

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



**TESIS**

---

**“Resistencia a la Compresión de muretes de tapial con adición de fibras de polietileno de alta densidad - Santa María del Valle - Huánuco – 2024”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**AUTOR: Guardia Zevallos, Freyles Milino**

**ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2026**

# 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 de la construcción

### 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 ( )

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47222754

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Suarez Landauro, Reynaldo Favio	Maestro en gestión pública	22498065	0000-0002-4641-3797
2	Davila Herrera, Percy Mello	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41050949	0000-0001-5484-6982
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

# 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 15:30 horas del día miércoles 06 de mayo de 2026, 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. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO | PRESIDENTE |
| ♦ MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA     | SECRETARIO |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO   | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0727-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICION DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD – SANTA MARIA DEL VALLE – HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

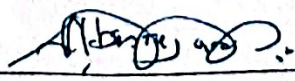
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

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 12 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 16:30 horas del día 06 del mes de mayo del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO  
DNI: 22498065  
ORCID: 0000-0002-4641-3797  
**PRESIDENTE**

  
MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA  
DNI: 41050949  
ORCID: 0000-0001-5484-6982  
**SECRETARIO (A)**

  
MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO  
DNI: 41891649  
ORCID: 0000-0001-8392-1769  
**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: FREYLES MILINO GUARDIA ZEVALLOS, de la investigación titulada "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICION DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO - 2024", con asesor(a) YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2649-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % 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, 11 de diciembre 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

### 3. Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS.docx

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

12%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	12%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	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 queridos abuelos, que con su ejemplo de esfuerzo y dedicación me enseñaron la importancia de trabajar con amor y sacrificio. Su sabiduría y valores han sido la base sólida sobre la cual he construido mis sueños. Su recuerdo y presencia constante me han acompañado en cada paso de este camino.

A mis padres, por su incansable apoyo y sus enseñanzas. A ustedes, les debo cada logro, porque han sido mis pilares, mis guías y mis más grandes motivadores. Gracias por sus sacrificios, por creer en mí y por enseñarme que los sueños se alcanzan con perseverancia y humildad. Su amor es el motor que me impulsa a ser mejor cada día.

A mis hermanos, quienes me acompañaron en los momentos más difíciles y compartieron conmigo las alegrías de cada pequeña victoria. Gracias por su cariño, por su amistad y por ser siempre una fuente de inspiración y fortaleza en mi vida.

Este logro es de ustedes tanto como mío, porque sin su amor, apoyo y confianza, no hubiera sido posible. A todos ustedes, dedico este título con el corazón lleno de gratitud y amor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesora de tesis, quien con paciencia, conocimiento y dedicación me ha guiado en cada paso de este proceso. Su confianza en mis capacidades y su exigencia constante me impulsaron a dar lo mejor de mí y a superar cada obstáculo. Le agradezco por su invaluable apoyo, por sus enseñanzas y por ser una mentora cuya inspiración llevo conmigo.

A mis profesores, que, con vocación y compromiso, me brindaron no solo los conocimientos necesarios, sino también el ejemplo de ética y responsabilidad que llevaré conmigo en mi vida profesional. Cada una de sus enseñanzas fue una pieza fundamental en mi formación, y siempre tendré presente sus palabras y consejos.

A mis colegas de aula, compañeros de muchas jornadas de estudio, esfuerzo y sacrificio. Juntos compartimos aprendizajes, desafíos y experiencias que forjaron amistades invaluableles. Gracias por el apoyo mutuo, por el trabajo en equipo y por los recuerdos que nos unen en esta etapa tan especial.

A la Universidad de Huánuco, que me acogió y me brindó las herramientas para crecer tanto en lo académico como en lo personal. Gracias por ser el espacio en el que desarrollé mi vocación y por abrirme las puertas a esta gran etapa de mi vida. Llevaré siempre con orgullo el nombre de mi alma mater.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE TABLAS .....	VII
ÍNDICE FIGURAS .....	IX
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XIV
CAPÍTULO I .....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO .....	16
1.3. OBJETIVOS .....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	19
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 .....	20
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.	TAPIAL .....	25
2.2.2.	MURETES DE TAPIAL.....	26
2.2.3.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL .....	27
2.2.4.	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	27
2.2.5.	FIBRA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD .....	28
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	29
2.4.	HIPÓTESIS .....	30
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	30
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA .....	30
2.5.	VARIABLES.....	31
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	31
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	31
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	32
CAPÍTULO III.....		33
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		33
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	33
3.1.1.	ENFOQUE.....	33
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL .....	33
3.1.3.	DISEÑO.....	34
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.2.1.	POBLACIÓN .....	35
3.2.2.	MUESTRA.....	35
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36
3.3.1.	PARA LE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	58
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	59
CAPÍTULO IV.....		60
RESULTADOS.....		60
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	60
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .	71
4.2.1.	PARA LA HIPÓTESIS GENERAL .....	71

4.2.2. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DE LA HIPÓTESIS GENERAL.....	71
4.2.3. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS GENERAL .	72
4.2.4. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DE LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 1 .....	73
4.3. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 1 .	74
4.4. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 .....	75
4.5. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 .	76
4.6. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3 .	78
CAPÍTULO V.....	79
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS .....	79
CONCLUSIONES .....	81
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS.....	87

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la muestra seleccionada.....	36
Tabla 2 Resistencia a la compresión de muretes patrón y según diseño .....	60
Tabla 3 Medias de F'c de muretes patrón y según diseño (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	61
Tabla 4 Resultados del F'c de muretes patrón y con 0,5% de fibras PEAD..	62
Tabla 5 Medias del F'c muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD .....	63
Tabla 6 Resultados del F'c muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD.....	64
Tabla 7 Medias del F'c de muretes patrón y con 1% de PEAD.....	65
Tabla 8 Resultados del F'c muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD..	66
Tabla 9 Media de F'c de muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD.....	67
Tabla 10 F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD .....	68
Tabla 11 Media del F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de PEAD .....	69
Tabla 12 F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD.....	71
Tabla 13 T de Student del F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD .....	72
Tabla 14 Normalidad para F'c de muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD .....	73
Tabla 15 T Student para F'c de muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD .....	74
Tabla 16 Normalidad para F'c de muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD .....	75
Tabla 17 T Student para F'c de muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD .....	76
Tabla 18 Normalidad para F'c de muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD .....	77

Tabla 19 Prueba t de Student para la resistencia a la compresión de muretes de tapial con 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad y muretes patrón (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	78
---	----

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Muros de tapial levantados con tierra arcillosa compactada.....	26
Figura 2 Ensayo de compresión muretes de adobe o tapial .....	26
Figura 3 Muestra de tierra compactada sometido a ensayos.....	27
Figura 4 Polietileno de alta densidad polímero termoplástico .....	28
Figura 5 Selección de tierras para los muretes de tapial .....	37
Figura 6 Pesaje de la tierra para realizar la granulometría .....	37
Figura 7 Se realiza el echado de la tierra a los tamices.....	38
Figura 8 Se realiza el vibrado .....	38
Figura 9 Selección y pesaje de tierra que se quedó retenido en el tamiz grueso .....	39
Figura 10 Selección y pesaje de tierra que se quedó retenido en el tamiz ...	39
Figura 11 Se realiza el limpiado del tamiz.....	40
Figura 12 Se realiza los apuntes de peso de tierra retenido en los tamices .	40
Figura 13 Se realiza el vibrado del tamiz N° 40 .....	41
Figura 14 Pesaje de tierra obtenido en la cazoleta .....	41
Figura 15 Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande .....	42
Figura 16 Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande .....	42
Figura 17 Trazo de hendidura con el acanalador de bronce .....	43
Figura 18 Se realiza los golpes en la copa Casagrande .....	43
Figura 19 Retiro de la muestra de suelo .....	44
Figura 20 Se realiza el pesaje de la muestra de suelo.....	44
Figura 21 Ensayo de limite plástico del suelo .....	45
Figura 22 Muestra de tierra seca .....	45
Figura 23 Pesaje de las muestras secas para determinar su límite plástico .	46
Figura 24 Se realiza el tamizado de tierra.....	47
Figura 25 Pesaje del polietileno de alta densidad en un 0.5% y 1% respecto al peso seco de la muestra .....	47

Figura 26 Pesaje del polietileno de alta densidad en un 1.5% respecto al peso seco de la muestra.....	48
Figura 27 Se agregará el polietileno de alta densidad a la tierra .....	48
Figura 28 Se les agregará agua a las muestras de suelo y con polietileno de alta densidad.....	49
Figura 29 Elaboración de la mezcla de tierra para la elaboración de los muretes de tapial .....	49
Figura 30 Elaboración de los muretes de tapial con medidas de 9 x 20 x 27 cm.....	50
Figura 31 Enrazado de los muretes de tapial.....	50
Figura 32 Desmoldeo de las muestras de muretes de tapial .....	51
Figura 33 Poblacional de las muestras .....	51
Figura 34 Ensayo de compresión sobre muretes de tapial (Patrón) .....	52
Figura 35 Rotura de los muretes de tapial (Patrón) .....	52
Figura 36 Ensayo de compresión sobre muretes de tapial con 0.5% de PEAD .....	53
Figura 37 Rotura de los muretes de tapial con 0.5% de PEAD.....	53
Figura 38 Ensayo de compresión sobre muretes de tapial con 1% de PEAD .....	54
Figura 39 Rotura de los muretes de tapial con 1% de PEAD.....	54
Figura 40 Ensayo de compresión de los muretes de tapial con 1.5% de PEAD .....	55
Figura 41 Rotura de los muretes de tapial con 1.5% de PEAD.....	55
Figura 42 Muestra de muretes de tapial por el lado más débil.....	56
Figura 43 Colocación de las muestras de muretes de tapial en la máquina de ensayo .....	56
Figura 44 Resultado del ensayo a compresión de las muestras de muretes de tapial .....	57
Figura 45 Resultado del ensayo a compresión de las muestras de tapia .....	57
Figura 46 Resultado del ensayo a compresión de las muestras de tapial .....	58
Figura 47 F'c de muretes patrón y según diseño (Kg/cm <sup>2</sup> ) .....	61

Figura 48 F'c muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD .....	62
Figura 49 I F'c de muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD .....	64
Figura 50 I F'c de muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD .....	66
Figura 51 F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD .....	68
Figura 52 Variación del F'c de los muretes bajo compresión axial y bajo compresión por el lado más débil .....	70

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la adición de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial. A través de un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental, se seleccionaron muestras mediante un muestreo no probabilístico para llevar a cabo el análisis.

Los resultados mostraron un incremento significativo en la resistencia a la compresión de los muretes de tapial cuando se les añadió fibras de polietileno de alta densidad en distintas proporciones. La resistencia promedio alcanzó los 24,60 Kg/cm<sup>2</sup>, superando a los muretes de tapial patrón sin dicha adición, que registraron 22,63 Kg/cm<sup>2</sup>. Este aumento fue corroborado mediante un análisis estadístico riguroso ( $t=32,165$ ;  $p=0,001<0,05$ ), confirmando que la incorporación de este material tiene un impacto notable en la mejora de la resistencia de los muretes de tapial.

En conclusión, la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad fortalece de manera efectiva la resistencia a la compresión de los muretes de tapial, constituyendo una alternativa viable y sostenible para la construcción con materiales locales. Estos resultados representan una valiosa contribución a la industria de la construcción, promoviendo el uso de materiales reciclados y ofreciendo un enfoque innovador para el empleo de tierra en edificaciones. Así, se fomenta el desarrollo de prácticas más sostenibles y se amplía el conocimiento en este ámbito, impulsando soluciones constructivas que respeten el entorno y optimicen los recursos disponibles.

**Palabras clave:** Resistencia a la compresión, muretes, tapial, fibras, polietileno de alta densidad.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of adding highdensity polyethylene fibers on the compressive strength of rammed-earth masonry units. Using a quantitative approach and a quasi-experimental design, samples were selected through non-probabilistic sampling to conduct the analysis.

The results showed a significant increase in the compressive strength of the rammed-earth units when high-density polyethylene fibers were added in different proportions. The average compressive strength reached 24.60 kg/cm<sup>2</sup>, exceeding that of the control rammed-earth units without fiber addition, which recorded 22.63 kg/cm<sup>2</sup>. This improvement was confirmed through a rigorous statistical analysis ( $t = 32.165$ ;  $p = 0.001 < 0.05$ ), demonstrating that the incorporation of this material has a notable impact on enhancing the strength of rammed-earth units.

In conclusion, the incorporation of high-density polyethylene fibers effectively increases the compressive strength of rammed-earth masonry units, representing a viable and sustainable alternative for construction using local materials. These findings provide a valuable contribution to the construction industry by promoting the use of recycled materials and offering an innovative approach to the application of earth-based components in buildings. In this way, the development of more sustainable practices is encouraged, expanding knowledge in this field and promoting construction solutions that respect the environment and optimize available resources.

**Keywords:** compressive strength, masonry units, rammed earth, fibers, high-density polyethylene.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, el uso de materiales locales y técnicas tradicionales de construcción, como el tapial, sigue siendo una práctica extendida, especialmente en regiones rurales como Huánuco, donde los recursos para construir con materiales convencionales suelen ser limitados.

Aunque el tapial ofrece beneficios de accesibilidad y bajo costo, la durabilidad y resistencia de sus estructuras presentan desafíos significativos, especialmente en términos de resistencia a la compresión, factor crucial para la seguridad y estabilidad de las edificaciones. A nivel nacional, la búsqueda de alternativas sostenibles y económicamente accesibles en la construcción es cada vez más urgente, considerando el contexto ambiental y la necesidad de soluciones que reduzcan la dependencia de materiales convencionales.

En este sentido, la incorporación de materiales reciclados, como las fibras, ha surgido como una propuesta innovadora para mejorar las propiedades mecánicas de los muros de tierra compactada, contribuyendo a la reducción de residuos plásticos y promoviendo un ciclo constructivo más sostenible.

Este estudio se enfoca en analizar el efecto de las fibras en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, proponiendo una mejora significativa en su desempeño estructural y ofreciendo una alternativa viable y ecológica para comunidades que dependen de técnicas de construcción locales.

Al fortalecer las propiedades del tapial con un material reciclado, esta investigación no solo contribuye al desarrollo de edificaciones más seguras y duraderas, sino que también impulsa un modelo de construcción que respeta el entorno, optimiza los recursos disponibles y se alinea con los objetivos de sostenibilidad nacional. Los resultados de este estudio constituyen una contribución valiosa para la industria de la construcción en Perú, ampliando las posibilidades de emplear técnicas tradicionales reforzadas con materiales de bajo impacto ambiental.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La construcción con tierra es una práctica ancestral que ha sido utilizada en diversas culturas alrededor del mundo, especialmente en regiones donde los recursos para la construcción convencional son limitados. El tapial, una técnica que utiliza tierra compactada, ha sido una de las principales alternativas de construcción debido a su accesibilidad, bajo costo y propiedades térmicas favorables. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, uno de los principales desafíos de los muretes de tapial es su baja resistencia a la compresión, lo que limita su desempeño estructural, especialmente en condiciones de alta humedad, o en regiones expuestas a condiciones climáticas extremas (Hoz Onrubia et. al, 2003).

Esta debilidad hace que las construcciones de tapial sean vulnerables a fallos, lo que ha generado un interés creciente por parte de la comunidad científica internacional en encontrar soluciones para mejorar las propiedades mecánicas de este material. El uso de fibras sintéticas, como las de polietileno de alta densidad, ha demostrado ser eficaz en diversos estudios, principalmente en la mejora de la resistencia y durabilidad de materiales compuestos, como el concreto

En el Perú, especialmente en las zonas rurales y en regiones como Huánuco, el tapial sigue siendo una técnica común de construcción, principalmente por su accesibilidad y bajo costo. Sin embargo, los muretes de tapial en el país enfrentan limitaciones en cuanto a resistencia estructural, especialmente en regiones con alta actividad sísmica, como la zona andina, donde la vulnerabilidad de las construcciones a los movimientos telúricos es una preocupación constante. Las normativas de construcción en el Perú exigen que las estructuras resistan fuerzas sísmicas, lo que representa un desafío para las construcciones de tapial, que no cumplen con los estándares de resistencia necesarios para soportar estos eventos (Pastor Quiles, 2017).

En la localidad de Santa María del Valle, ubicada en la región de Huánuco, el uso de tapial es una práctica común en la construcción de viviendas rurales debido a la disponibilidad de tierra y los bajos costos asociados. Sin embargo, los muretes de tapial en esta región presentan problemas importantes relacionados con su resistencia estructural, especialmente debido a las variaciones climáticas propias de la zona, que incluyen lluvias intensas y temperaturas extremas. Esta situación hace que los muretes de tapial sean vulnerables al desgaste y deterioro, lo que compromete la estabilidad de las estructuras a lo largo del tiempo.

La adición de fibras de PEAD en la mezcla de tapial podría representar una solución efectiva para mejorar la resistencia a la compresión de los muretes, ya que las fibras sintéticas ofrecen una mejora significativa en la durabilidad y las propiedades mecánicas de los materiales. Este tipo de refuerzo podría no solo aumentar la resistencia de los muretes de tapial frente a cargas estructurales, sino también mejorar su comportamiento frente a condiciones climáticas adversas, prolongando la vida útil de las construcciones en la región.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿Cuál es el efecto de la adición de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2024?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

PE1: ¿Qué efecto tiene la adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial?

PE2: ¿Qué efecto tiene la adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial?

PE3: ¿Qué efecto tiene la adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar el efecto de la adición de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2024.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Determinar el efecto de la adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

OE2: Determinar el efecto de la adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

OE3: Determinar el efecto de la adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

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

La presente investigación adquiere relevancia práctica y teórica al abordar una técnica ancestral como el tapial, ampliamente empleada en zonas rurales del Perú por su bajo costo y disponibilidad local de materiales. Sin embargo, su uso ha disminuido progresivamente debido a las limitaciones estructurales asociadas a su resistencia mecánica, especialmente a la compresión, lo cual ha impedido su masificación como sistema constructivo seguro en contextos urbanos o zonas sísmicas.

El escaso uso del tapial en edificaciones permanentes también se debe a la falta de innovación tecnológica en su proceso constructivo y a la percepción de vulnerabilidad frente a eventos climáticos y telúricos. Ante ello, esta investigación propone una solución concreta: el refuerzo con fibras recicladas de polietileno de alta densidad, las cuales mejoran las propiedades mecánicas sin alterar significativamente el método tradicional ni los costos asociados, lo que facilita su aplicación práctica.

Asimismo, esta propuesta promueve el uso responsable de residuos plásticos, integrándolos en un modelo de construcción sostenible y circular. En ese sentido, la investigación no solo busca mejorar el desempeño estructural del tapial, sino también impulsar su revalorización como técnica viable, eficiente y ecológica para viviendas rurales y sociales, aportando una alternativa factible a los desafíos habitacionales del país y la región.

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Su relevancia práctica se fundamenta en el uso de fibras de, un material reciclado de bajo costo y alta disponibilidad, para mejorar la durabilidad de las estructuras de tapial, una técnica constructiva ampliamente utilizada en la región. Al incrementar la compresión de los muretes de tapial mediante la incorporación de este material, la investigación no solo refuerza las características mecánicas de estas edificaciones, sino que también proporciona un recurso constructivo accesible y sostenible, alineado con la economía local y con prácticas de construcción más responsables con el medio ambiente.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Desde el punto de vista teórico, la investigación se basa en conceptos de resistencia de materiales y en los principios de refuerzo de estructuras de tierra. El estudio se sustentó en la teoría de materiales compuestos, la cual postula que la combinación de distintos materiales puede potenciar las propiedades mecánicas de los componentes individuales. La adición de fibras de PEAD en los muretes de tapial se enmarcó en esta teoría, evaluando la capacidad de este material reciclado para absorber tensiones y redistribuir esfuerzos en el cuerpo de la estructura de tierra. Así, el estudio aporta al conocimiento científico al mostrar que las fibras de polietileno de alta densidad actúan como refuerzo en los muretes de tapial, incrementando su resistencia a la compresión y ampliando las posibilidades de aplicación de materiales reciclados en la construcción sostenible.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental, permitiendo un análisis detallado de la relación causaefecto entre la variable independiente la adición de fibras de PEAD y la variable dependiente, la resistencia a la compresión de los muretes de tapial. Se seleccionaron muestras mediante un muestreo no probabilístico para asegurar que los resultados reflejaran condiciones controladas y comparables. Esta metodología permitió realizar pruebas estadísticas rigurosas que validaron la hipótesis planteada y confirmaron el efecto positivo de las fibras de HDPE en la resistencia a la compresión de los muretes.

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

En primer lugar, el acceso a recursos tecnológicos avanzados fue limitado. Aunque se contaba con el equipamiento básico para realizar ensayos de compresión, la investigación podría haberse beneficiado de instrumentos más sofisticados que permitieran mediciones de resistencia con mayor precisión y análisis adicionales, como el estudio de la durabilidad a largo plazo y la deformación de los muretes con el tiempo.

Además, la variabilidad en la calidad y características de las fibras de polietileno de alta densidad usadas representó una dificultad. Las fibras fueron obtenidas de materiales reciclados, lo cual, aunque aporta sostenibilidad al proyecto, también introduce variabilidad en sus propiedades. La heterogeneidad de estas fibras pudo haber influido en los resultados, afectando la precisión de las comparaciones entre las distintas proporciones de polietileno de alta densidad.

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

#### **1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA**

Desde una perspectiva teórica, la viabilidad fue sólida. La investigación se apoyó en conceptos bien establecidos en el campo de

los materiales compuestos y el refuerzo de estructuras de tierra. La adición de fibras a materiales de construcción para mejorar sus propiedades mecánicas ha sido ampliamente estudiada y documentada, lo que brindó una base conceptual robusta para el estudio. El análisis de la resistencia a la compresión de muretes de tapial reforzados con PEAD se insertó en esta línea de investigaciones, contribuyendo de manera novedosa al aplicar este conocimiento al contexto de edificaciones con tierra cruda, lo que aseguró la coherencia y fundamentación teórica de la investigación.

### **1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA**

En el ámbito económico, el proyecto fue factible debido a la disponibilidad de materiales a bajo costo, especialmente el polietileno de alta densidad reciclado, que se obtuvo localmente como un subproducto de materiales de desecho. La elección de materiales reciclados no solo redujo los costos de adquisición, sino que también fortaleció el enfoque sostenible del proyecto, alineándose con los valores de una construcción económica y ambientalmente responsable. Asimismo, los recursos financieros para el desarrollo de las pruebas de resistencia a la compresión fueron manejables, permitiendo la realización de ensayos y análisis estadísticos sin comprometer el presupuesto establecido.

### **1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL**

En cuanto a la viabilidad temporal, la investigación se desarrolló dentro del periodo previsto, gracias a una planificación detallada que consideró las distintas fases del proceso. La disponibilidad de los materiales y equipos necesarios fue constante, lo que permitió un flujo de trabajo eficiente en el laboratorio. Además, la recolección y el análisis de datos se realizaron de manera oportuna, facilitando una conclusión dentro del tiempo estipulado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Maroto Hebrero (2023), tuvo como objetivo principal analizar cómo la adición de fibras textiles recicladas puede mejorar las propiedades mecánicas de los adobes, específicamente su resistencia a la compresión y flexo-tracción, mediante ensayos comparativos entre adobes tradicionales y reforzados. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, utilizando técnicas e instrumentos como la elaboración de adobes con y sin fibras textiles recicladas, y ensayos de compresión y flexo-tracción realizados en laboratorio. La población consistió en bloques de adobe, y la muestra estuvo conformada por adobes tradicionales fabricados según métodos ancestrales y adobes reforzados con fibras textiles recicladas diseñados para este estudio. Los resultados obtenidos demostraron que la incorporación de fibras textiles recicladas mejora significativamente las propiedades mecánicas de los adobes, aumentando tanto su resistencia a la compresión como a la flexotracción, lo que no solo fomenta el uso de materiales sostenibles en la construcción, sino que también ofrece una solución innovadora para el reciclaje de textiles, contribuyendo a la reducción de su impacto ambiental y promoviendo prácticas de economía circular.

Robles Rojo (2022), tuvo como objetivo principal evaluar las mejoras mecánicas, térmicas y de durabilidad en bloques de adobe al agregar fibra de bagazo de caña de azúcar, comparándolos con bloques tradicionales. Se empleó una metodología cuantitativa, aplicada, con diseño experimental y nivel explicativo, utilizando tres tratamientos experimentales (con 5%, 10% y 15% de fibra de bagazo) y un grupo testigo sin fibra. Las pruebas se realizaron con la máquina Shimadzu

UH500KNI para medir esfuerzo y deformación, y también se evaluaron la absorción de agua y propiedades termo-físicas, como conductividad y resistencia térmica, con la incorporación de fibra de mucílago de nopal. Los resultados mostraron que la adición de fibra de bagazo mejora la resistencia y elasticidad de los bloques, especialmente con 5% y 10% de fibra, y aumenta la durabilidad en la prueba de absorción de agua. Concluyendo que, los bloques reforzados presentaron mejores características térmicas, como mayor resistencia térmica y capacidad de retención de calor.

Núñez et. al, (2021), tuvieron como objetivo analizar los efectos de la adición de plástico reciclado tipo PET en la variación de temperatura y el acondicionamiento acústico de bloques de adobe, con el propósito de mejorar el confort térmico y acústico en los hogares, reduciendo el consumo energético. Bajo un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), se desarrolló un estudio de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. Los bloques de adobe fueron elaborados con plástico PET triturado en proporciones del 0%, 5%, 10% y 15%, siguiendo la norma peruana E.080, y sus propiedades térmicas y acústicas se analizaron en una cámara hermética conforme a normas chilenas, utilizando termómetros digitales y sonómetros como instrumentos de medición. La población considerada incluyó bloques de adobe fabricados con plástico reciclado en diferentes proporciones, y la muestra estuvo compuesta por bloques preparados y evaluados bajo condiciones controladas. Los resultados evidenciaron que la adición de PET mejora significativamente las propiedades de aislamiento térmico y acústico, logrando temperaturas interiores estables de aproximadamente 15°C y un aumento en el aislamiento acústico del 50.97% respecto al nivel máximo emitido por la fuente.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Soto Quispe (2023), tuvo como objetivo determinar las propiedades mecánicas del adobe compactado al añadir fibra de corteza de espino en porcentajes de 0.5%, 0.75% y 1%, y someterlos a pruebas de compresión

y flexión. La metodología fue cuantitativa, aplicada, con diseño experimental completamente aleatorizado y nivel explicativo. Se realizaron ensayos para caracterizar el suelo y evaluar las propiedades mecánicas de los adobes, utilizando una máquina CINVA RAM para la fabricación de muestras y equipos especializados para las pruebas. La población estuvo compuesta por suelos de la región de Cajamarca, y la muestra incluyó 120 adobes fabricados con suelo de la cantera Cruz Blanca. Los resultados mostraron que la adición de fibra de espino mejoró significativamente la resistencia de los adobes, con aumentos de hasta 42.22% en compresión y 59.55% en flexión. Estas mejoras superaron los estándares de las normativas NTP E.080 y UNE 41410, confirmando que la fibra de corteza de espino es un refuerzo eficaz para el adobe.

Noa y Ordoñez (2022), tuvieron como objetivo evaluar el incremento de la resistencia a la compresión y la disminución de la densidad, la absorción de agua y la conductividad térmica del adobe mediante la incorporación de diferentes porcentajes de fibras de Tereftalato de Polietileno (PET) en su mezcla. Los ensayos realizados en muretes mostraron que las variaciones entre las muestras fueron mínimas. Sin embargo, se evidenció que los adobes que contenían 2%, 4% y 6% de fibras PET presentaron una resistencia a la compresión superior a la del adobe patrón. Este último alcanzó un promedio de 7.8 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes con adición de fibras registraron 8.9 kg/cm<sup>2</sup>, 12.3 kg/cm<sup>2</sup> y 12.6 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En consecuencia, se determinó que la inclusión de fibras PET en proporciones de 6%, 4% y 2% incrementó la resistencia a la compresión del adobe patrón en aproximadamente 62%, 58% y 14%, de forma respectiva.

Cerna y Velásquez (2021), tuvieron como objetivo determinar las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión en unidades, pilas y muretes de adobe al incorporar viruta de madera y tereftalato de polietileno (PET), con el objetivo de optimizar el uso de este material conforme a la normativa E.080 y contribuir al bienestar y la economía de la población. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo,

aplicada, con nivel explicativo y diseño experimental. Se efectuaron ensayos de laboratorio para analizar las propiedades mecánicas del adobe y se realizaron encuestas virtuales para obtener información sociodemográfica. La población estuvo conformada por viviendas de adobe en la localidad de Aquia, Áncash, abarcando 40 familias, y la muestra incluyó adobes elaborados con y sin las adiciones mencionadas, bajo condiciones controladas. Los resultados evidenciaron que la incorporación de viruta de madera y PET mejoró notablemente la resistencia a la compresión y la estabilidad al corte del adobe, cumpliendo con los estándares establecidos por la norma E.080.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Manzano Loyola (2024), tuvo como objetivo evaluar el impacto de la adición de fibras de nylon en la resistencia a la compresión de muretes de adobe en la localidad de San Andrés, Amarilis, Huánuco. La metodología adoptada fue cuantitativa, de tipo aplicada, con un nivel explicativo y diseño cuasi-experimental, utilizando un muestreo no probabilístico. Se consideraron tres tratamientos experimentales con diferentes porcentajes de fibra de nylon (2%, 5% y 7% con respecto al peso seco de la mezcla) y un grupo testigo sin fibras. Las muestras fueron sometidas a ensayos de resistencia a la compresión utilizando una prensa hidráulica, y se aplicó una prueba estadística de contrastación, la cual arrojó un valor de  $p=0,001$ , indicando una diferencia significativa entre los grupos experimentales y el testigo con un nivel de confianza del 99,5% ( $p<0,005$ ). Los resultados mostraron que la adición de fibras de nylon mejora de manera significativa la resistencia a la compresión de los muretes de adobe, siendo la resistencia promedio de los muretes con fibras de nylon de  $9,42 \text{ kg/cm}^2$ , superior a la resistencia de  $6,55 \text{ kg/cm}^2$  observada en las muestras sin fibra. Estos hallazgos confirman que la incorporación de fibras de nylon en los muretes de adobe tiene efectos positivos en su resistencia a la compresión y sugieren la viabilidad de su uso como refuerzo en la construcción de muretes de adobe en la localidad de San Andrés, Amarilis, Huánuco.

García Chávez (2023), su objetivo fue determinar la mejora en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe mediante la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado en porcentajes del 2%, 5% y 7%, comparándolos con los adobes tradicionales elaborados con paja. La metodología empleó un enfoque cuantitativo, con nivel explicativo y diseño cuasi experimental, utilizando técnicas de preparación de adobes con y sin aditivos, seguidas de ensayos de resistencia a la compresión en laboratorio bajo normativas técnicas, con herramientas como una prensa de compresión y análisis estadístico. La población estuvo conformada por bloques de adobe del distrito de Amarilis, y la muestra incluyó aquellos fabricados con diferentes porcentajes de aditivos y bloques tradicionales. Los resultados evidenciaron que la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado mejoró significativamente la resistencia a la compresión de los bloques de adobe, lo cual fue estadísticamente validado ( $t = -45.435$ ,  $p = 0.003 < 0.05$ ). En conclusión, se comprobó que las hipótesis planteadas eran correctas, demostrando que esta técnica es una solución viable para optimizar la calidad estructural del adobe, promoviendo construcciones más sostenibles y mejorando las condiciones habitacionales en el distrito de Amarilis, Huánuco.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. TAPIAL**

Es una técnica de construcción de muros empleando tierra arcillosa húmeda compactada con un "pisón", y se da forma mediante un encofrado de madera denominado tapial. Este encofrado, que puede ser tanto de madera como metálica, implica la disposición de dos planchas de madera en paralelo. Entre estas planchas, se vierte tierra en capas de 10 a 15 cm y se compacta golpeándola con el pisón. Una vez que el material de barro compactado se seca al sol y se completa el muro de tapial, las puertas y ventanas se crean al tallar la estructura con un cincel (Gernot M., 2001).

**Figura 1**  
*Muros de tapial levantados con tierra arcillosa compactada*



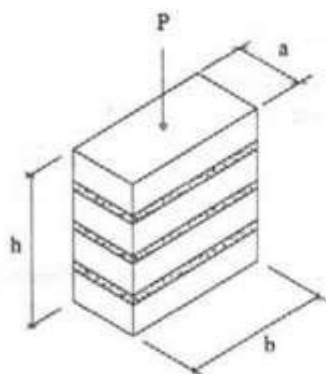
*Nota.* Los paneles quedan separados, permitiendo liberar la presión generada por el pisón. Fuente: (Blondet M. et al., 2011).

### 2.2.2. MURETES DE TAPIAL

Representan una técnica de construcción arraigada en la historia, que aprovecha la tierra arcillosa húmeda como material principal y el encofrado como elemento clave para formar muros sólidos y duraderos. La elección adecuada de la tierra, el proceso de compactación, el diseño del encofrado y el control del secado son factores esenciales que influyen en la calidad y resistencia de los muretes de tapial, haciéndolos una opción viable desde una perspectiva sostenible y de conservación del medio ambiente (Bauluz del Río y Bárcena B., 1992).

**Figura 2**  
*Ensayo de compresión muretes de adobe o tapial*

#### Ensayo de Compresión. Muretes de adobe o tapial



$f_m$  = Esfuerzo de compresión admisible del murete =  $P / a \times b$   $f_m = 0,40 f_m'$

Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento =  $1,25 f_m$

*Nota.* El ensayo de compresión se realiza en estructuras cuya altura es tres veces mayor que la base. Fuente: (MTC, 2000).

### 2.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL

La capacidad de un material para resistir fuerzas de compresión axial. En el contexto del tapial, la capacidad de resistencia a la compresión está influenciada por diversos elementos, entre los cuales se encuentran la calidad del suelo empleado, la proporción de agua incorporada, el método de compactación y el periodo de secado (Roldán, 2018).

**Figura 3**

*Muestra de tierra compactada sometido a ensayos*



*Nota.* Prueba de compresión sobre muretes de adobe. Fuente: (Ovando y Ruíz, 2010)

### 2.2.4. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

El Polietileno de alta densidad (PEAD) se produce a través de la polimerización del etileno. Su estructura molecular está compuesta por cadenas largas que se empaquetan estrechamente, lo que le confiere una alta densidad y resistencia. Por esta razón, es adecuado para su uso en productos que requieren durabilidad y capacidad de carga. El PEAD tiene una amplia variedad de aplicaciones, como la fabricación de tuberías, geomembranas, geotextiles y elementos estructurales. Debido a su alta resistencia a la abrasión, la corrosión y los productos químicos, es especialmente útil en sistemas de tuberías, revestimientos de tanques y otros componentes utilizados en instalaciones industriales y proyectos de infraestructura (Bilurbina et al., 1990).

El polietileno de alta densidad (PEAD) es un polímero termoplástico ampliamente utilizado en diversas industrias debido a sus propiedades únicas y versátiles. Se obtiene mediante la polimerización del etileno y se caracteriza por tener una alta densidad y resistencia mecánica (Campos y Díaz, 2011).

### 2.2.5. FIBRA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Las fibras derivadas del polietileno de alta densidad son una variedad de fibras sintéticas fabricadas a partir del polietileno de alta densidad. Estas fibras son renombradas por su notoria resistencia ante la abrasión, corrosión y agentes químicos, cualidades que las vuelven especialmente valiosas en situaciones que demandan longevidad y capacidad para resistir el desgaste. Estas fibras de polietileno de alta densidad se encuentran aplicación común en la producción de cuerdas, cables, redes de pesca y otros productos afines (Hull, 1987).

**Figura 4**  
*Polietileno de alta densidad polímero termoplástico*



*Nota.* Diversas industrias optan por este compuesto debido a su sobresaliente capacidad para resistir tracción, corrosión y variadas temperaturas y condiciones climáticas. Fuente: (Cantos Serrano, 2016)

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Adhesión:** Propiedad de un material para adherirse o pegarse a otro, importante en la interacción entre la fibra de polietileno y los otros componentes del murete de tapial (Robles Rojo, 2022).

**Aditivos Naturales:** Los elementos naturales como la arena gruesa y la paja son utilizados para manejar las fisuras que pueden surgir durante la fase de secado rápido (Norma E.080, 2017).

**Arcilla:** Material indispensable del suelo, el cual al entrar en contacto con el agua se comporta plásticamente formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia la cual lo convierte en un material constructivo (Rivera, 2012).

**Durabilidad:** Capacidad de un material para mantener sus propiedades y funcionalidad durante un largo periodo de tiempo, bajo condiciones ambientales adversas (Roldán Morales, 2018).

**Fibras Estabilizantes:** Los estabilizadores optimizan sus propiedades físicas, acrecientan la resistencia, impiden que varíe excesivamente su dimensión cuando seca, impiden la erosión, evitan la inclusión de insectos y optimizan su resistencia a la humedad (Norma E.080, 2017).

**Mezcla de adobe:** Combinación de tierra, agua y otros agregados (como fibras o estabilizantes) para crear bloques o muretes que luego se usan en la construcción (Pastor Quiles, 2017).

**Limo:** Material inerte presente en los suelos, el cual se estabiliza cuando entra en contacto con el agua; dicho material no posee la propiedad de cohesión, está formado por partículas de roca (Rivera, 2012).

**Polietileno:** Plástico termoplástico utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo envases, y en la industria de la construcción como refuerzo en materiales de construcción (Campos y Díaz, 2011).

**Prueba de Campo:** Ensayo elaborado al pie de la obra sin el uso de herramientas, asentados en conocimientos realizados en laboratorio mediante metodologías rigurosas, permitiendo así tomar decisiones para poder seleccionar la cantera y su respectiva dosificación (Norma E.080, 2017).

**Secado:** Proceso de evaporación del agua contenida en la tierra húmeda, que debe realizarse lentamente para que la arcilla y el barro se compacten y adquieran mayor firmeza (Norma E.080, 2017).

**Tapial:** Técnica de construcción con tierra cruda, donde se usa un encofrado para formar muros compactados con tierra húmeda, que al secarse adquiere rigidez (Bauluz y Bárcena, 1992).

**Tierra:** El compuesto está constituido por cuatro elementos esenciales:

arena fina, arcilla, arena gruesa y limo. Es relevante mencionar que la tierra también presenta aplicaciones en la construcción (Rivera, 2012).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

HG: La adición de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2023.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

HE1: La adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

HE2: La adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

HE3: La adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Resistencia a la compresión de muretes de tapial.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Fibras de fibras de polietileno de alta densidad

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	ESPECIFICACIONES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Fibras de fibras de polietileno de alta densidad.	El polietileno de alta densidad es un polímero termoplástico que se caracteriza por su alta resistencia, rigidez y durabilidad. Se utiliza en una variedad de aplicaciones debido a su capacidad para soportar condiciones ambientales adversas y su resistencia química (Seymour y Carraher, 1995).	Para medir la cantidad de fibras de polietileno de alta densidad se empleará una balanza electrónica. Cabe aclarar que las fibras tendrán dimensiones de 3 mm de ancho y 5 cm de largo.	Peso del 0,5%, 1% y 1,5% fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco de la mezcla.	- Porcentaje en peso de polietileno de alta densidad en la mezcla - Longitud y espesor de la fibra	- % - Cm - mm.	-Norma E.080 (Construcción con tierra).
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Resistencia a la compresión de muretes de tapial.	Se refiere a la capacidad de un muro construido con la técnica de tapial para resistir las fuerzas que tienden a comprimir o aplastar el material. El tapial es un método de construcción tradicional que implica compactar capas de tierra encofradas dentro de moldes para formar muros sólidos (NORMA E.080, 2017)	La resistencia a la compresión de muretes se obtendrá por medio de ensayo de laboratorio para lo cual se usará una máquina de prensa hidráulica.	Resistencia a la compresión de muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco de la mezcla.	- Carga máxima soportada (kg) - Área de la base del murete (cm <sup>2</sup> ) - Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	- kg - Cm <sup>2</sup> - Kg/cm <sup>2</sup> -Kg/cm <sup>3</sup>	Técnica - Norma Peruana E.080 según -Prueba proced de compresión adaxial a muretes consi artesanalmente

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación de tipo aplicada se basa en los hallazgos y aportes teóricos de la investigación básica y tiene como objetivo generar nuevos conocimientos que puedan ser aplicados en la práctica y que beneficien a la sociedad (Carrasco, 2015).

El autor nos quiere decir, que la investigación de tipo aplicada busca generar conocimientos que sean directamente aplicables en la práctica, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la sociedad en general.

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

La investigación se centra en un enfoque cuantitativo, que implica una serie de pasos organizados de manera secuencial para verificar determinadas hipótesis. Cada fase del proceso se adelanta y no se pueden omitir etapas, ya que el orden es estricto. Sin embargo, es posible realizar ajustes en alguna etapa, aunque siempre respetando el rigor y la secuencia del método (Johnson y Christensen, 2017).

Para la presente investigación se ha tenido cuidado en los pasos del enfoque cuantitativo empezando desde la identificación del problema hasta el contraste de las hipótesis la cual garantiza la confiabilidad de los resultados.

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

En una investigación de nivel explicativo, el investigador identifica y expone las causas o factores que originan o influyen en el fenómeno analizado, examinando la relación entre los distintos hechos de la realidad para ofrecer una interpretación objetiva y científica, basada en la interacción de dos o más variables (Hernández Sampieri, 2018).

La presente investigación tuvo como propósito analizar el efecto que produjo la adición de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, para lo cual se añadieron dichas fibras en proporción al peso seco de la mezcla del tapial.

### 3.1.3. DISEÑO

El diseño cuasiexperimental; los sujetos no son asignados aleatoriamente a grupos de estudio, como en un experimento clásico, sino que los grupos ya existen o son formados por factores que no están bajo el control del investigador (Hernández, 2018).

La investigación tiene un diseño cuasi experimental en la cual se va manipular la variable independiente que en nuestro caso son las fibras de polietileno de alta densidad. los porcentajes de adición se realizarán en función al peso seco de la mezcla del tapial. Un dato a tener en cuenta es que los diseños cuasi experimentales no se consideran la aleatoriedad debido a que las muestras las elige el investigador antes de realizar el experimento.

NA G1.....X.....O1

NA G2.....X.....O2

NA G3.....X.....O3

NA G4.....\_\_.....O4

Donde:

G1, G2, G3: Grupo experimental de muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad respecto al peso seco de la mezcla.

G4: Grupo de las muestras patrón.

O1, O2, O3: Medición de la resistencia a la compresión de muretes

de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad respecto al peso seco de la mezcla.

O4: Medición de la resistencia a la compresión de muretes de tapial patrón según norma E-080.

X: Manipulación de la variable independiente adición en porcentaje de las fibras de polietileno de alta densidad.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población para el ensayo a compresión estará conformada por 60 muretes de tapial. Esta población se justifica debido a que la selección de la muestra fue no probabilística eso quiere decir que el investigador asume con cuantas muestras puede trabajar, con el criterio que a mayor cantidad de muestras los resultados son mejores, por ello en nuestro caso cada grupo experimental está formado por 15 muestras. Por lo tanto, en nuestro caso la suma de las muestras vendrían ser la población debe de tenerse en cuenta que en investigación también puede pasar que la muestra puede ser igual a la cantidad de muestras.

### **3.2.2. MUESTRA**

La muestra tomada es la no probabilística, es decir estas se toman según el criterio del investigador. Al ser no probabilística la muestra esta no está sujeta a la aleatoriedad, sino que el investigador selecciona la cantidad de muestras.

**Tabla 1**  
*Descripción de la muestra seleccionada*

<b>DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>
Muretes de tapial de ancho 18cm, largo 40cm y alto 54 cm elaborados según norma E-080.	15
Muretes de tapial de ancho 18cm, largo 40cm y alto 54 cm elaborados con 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad.	15
Muretes de tapial de ancho 18cm, largo 40cm y alto 54 cm elaborados con 1% de fibras de polietileno de alta densidad.	15
Muretes de tapial de ancho 18cm, largo 40cm y alto 54 cm elaborados con 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad.	15
<b>TOTAL=</b>	<b>60</b>

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

#### **3.3.1. PARA LE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En la investigación se emplea la observación directa como método de recolección de datos, lo que permite obtener información precisa sobre las variables en estudio. Además, se utilizaron técnicas de laboratorio.

Se han fabricado muretes de tapial con la adición de fibras de polietileno de alta densidad en diferentes proporciones. Estas proporciones incluyen el 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad, con 15 muestras elaboradas para cada nivel de adición, además de las muestras patrón sin este agregado fino.

Los bloques, con dimensiones de 9 cm x 20 cm x 27 cm, fueron sometidos a pruebas de compresión, sumando un total de 15 muestras por cada porcentaje de fibras añadidas. Todas las muestras fueron debidamente identificadas y el proceso experimental se documentó mediante fotografías para asegurar una mejor comprensión.

**Figura 5**  
*Selección de tierras para los muretes de tapial*



**Figura 6**  
*Pesaje de la tierra para realizar la granulometría*



**Figura 7**  
Se realiza el echado de la tierra a los tamices



**Figura 8**  
Se realiza el vibrado



**Figura 9**  
*Selección y pesaje de tierra que se quedó retenido en el tamiz grueso*



**Figura 10**  
*Selección y pesaje de tierra que se quedó retenido en el tamiz*



**Figura 11**  
*Se realiza el lavado del tamiz*



**Figura 12**  
*Se realiza los apuntes de peso de tierra retenido en los tamices*



**Figura 13**  
Se realiza el vibrado del tamiz N° 40



**Figura 14**  
Pesaje de tierra obtenida en la cazoleta



**Figura 15**  
*Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande*



**Figura 16**  
*Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande*



**Figura 17**  
*Trazo de hendidura con el acanalador de bronce*



**Figura 18**  
*Se realiza los golpes en la copa Casagrande*



**Figura 19**  
*Retiro de la muestra de suelo*



**Figura 20**  
*Se realiza el pesaje de la muestra de suelo*



**Figura 21**  
*Ensayo de límite plástico del suelo*



**Figura 22**  
*Muestra de tierra seca*



**Figura 23**  
*Pesaje de las muestras secas para determinar su límite plástico*



**Figura 24**  
*Se realiza el tamizado de tierra*



**Figura 25**  
*Pesaje del polietileno de alta densidad en un 0.5% y 1% respecto al peso seco de la muestra*



**Figura 26**

*Pesaje del polietileno de alta densidad en un 1.5% respecto al peso seco de la muestra*



**Figura 27**

*Se agregará el polietileno de alta densidad a la tierra*



**Figura 28**

*Se les agregará agua a las muestras de suelo y con polietileno de alta densidad*



**Figura 29**

*Elaboración de la mezcla de tierra para la elaboración de los muretes de tapial*



**Figura 30**  
*Elaboración de los muretes de tapial con medidas de 9 x 20 x 27 cm*



**Figura 31**  
*Enrazado de los muretes de tapial*



**Figura 32**  
*Desmoldeo de las muestras de muretes de tapial*



**Figura 33**  
*Poblacional de las muestras*



**Figura 34**  
*Ensayo de compresión sobre muretes de tapial (Patrón)*



**Figura 35**  
*Rotura de los muretes de tapial (Patrón)*



**Figura 36**  
*Ensayo de compresión sobre muretes de tapial con 0.5% de PEAD*



**Figura 37**  
*Rotura de los muretes de tapial con 0.5% de PEAD*



**Figura 38**  
*Ensayo de compresión sobre muretes de tapial con 1% de PEAD*



**Figura 39**  
*Rotura de los muretes de tapial con 1% de PEAD*



**Figura 40**  
*Ensayo de compresión de los muretes de tapial con 1.5% de PEAD*



**Figura 41**  
*Rotura de los muretes de tapial con 1.5% de PEAD*



**Figura 42**  
*Muestra de muretes de tapial por el lado más débil*



**Figura 43**  
*Colocación de las muestras de muretes de tapial en la máquina de ensayo*



**Figura 44**

*Resultado del ensayo a compresión de las muestras de muretes de tapia*



**Figura 45**

*Resultado del ensayo a compresión de las muestras de tapia*



**Figura 46**

*Resultado del ensayo a compresión de las muestras de tapial*



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

En cuanto a la presentación de los datos, se organizó la información en tablas que resumían los valores de resistencia a la compresión obtenidos para cada grupo experimental, especificando la proporción de fibras de polietileno de alta densidad y los resultados de los ensayos individuales. Estas tablas facilitaron la visualización y comparación de los resultados, permitiendo una interpretación clara de los incrementos en la resistencia promedio que se observaron con la adición del PEAD. Además, se emplearon gráficos de barras para ilustrar visualmente la relación entre la cantidad de polietileno de alta densidad y el aumento en la resistencia a la compresión, ayudando a resaltar las diferencias significativas entre los muretes con refuerzo y aquellos sin tratamiento.

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

Para el análisis y la interpretación de datos, se utilizó un enfoque estadístico riguroso. Se aplicaron pruebas estadísticas, entre ellas la prueba t de Student, que fue fundamental para evaluar si los incrementos en la resistencia a la compresión eran estadísticamente significativos. Este análisis estadístico facilitó una interpretación objetiva de los resultados, proporcionando una base científica para recomendar la adición de polietileno de alta densidad en construcciones de tapial como una alternativa sostenible y resistente.

## 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**

*Resistencia a la compresión de muretes patrón y según diseño*

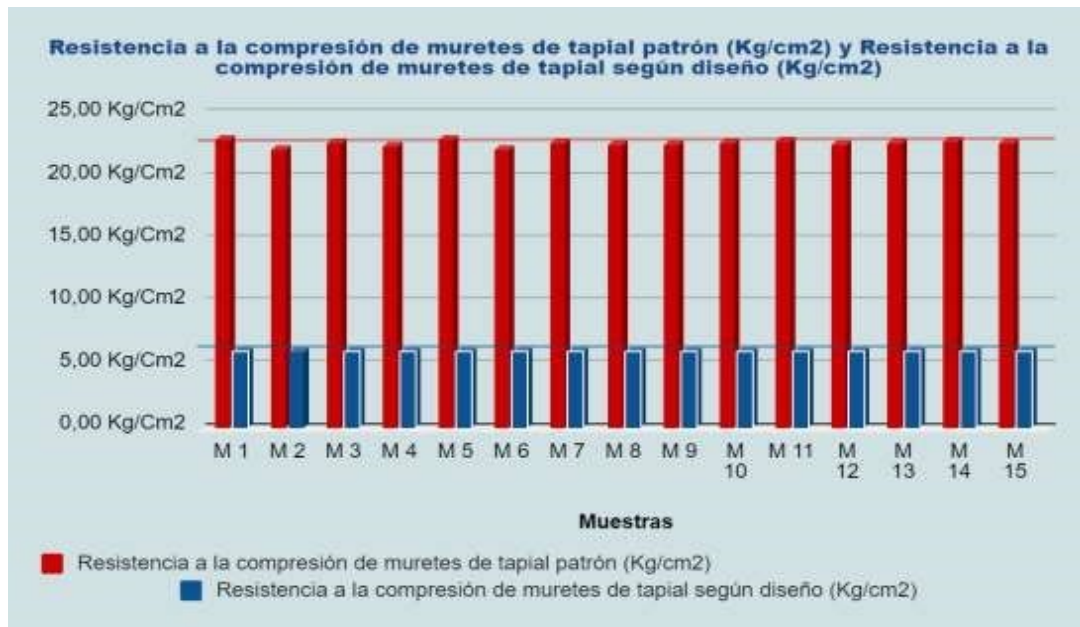
Muestras	F'c de muretes de tapial patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c de muretes de tapial según diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1	22,97	6,12
M 2	22,16	6,12
M 3	22,66	6,12
M 4	22,44	6,12
M 5	22,94	6,12
M 6	22,22	6,12
M 7	22,72	6,12
M 8	22,53	6,12
M 9	22,58	6,12
M 10	22,73	6,12
M 11	22,84	6,12
M 12	22,55	6,12
M 13	22,65	6,12
M 14	22,81	6,12
M 15	22,66	6,12

#### **Interpretación:**

En la tabla se muestran los resultados de la resistencia a compresión tanto para los muretes de tapial patrón como para los muretes de tapial según su diseño (Norma E.080, 2017).

**Figura 47**

*F'c de muretes patrón y según diseño (Kg/cm<sup>2</sup>)*



### Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a compresión de los muretes de tapial patrón es 22,97 Kg/cm<sup>2</sup> y para los datos de los muretes de tapial según su diseño, su valor es 6,12 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 3**

*Medias de F'c de muretes patrón y según diseño (Kg/cm<sup>2</sup>)*

Media	Valor	Unidades
F'c de los muretes de tapial patrón.	22,63	Kg/cm <sup>2</sup>
F'c de los muretes de tapial según diseño.	6,12	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla muestra los resultados de las medias de la resistencia a compresión de muretes de tapial tanto en su forma patrón como de diseño. La resistencia a compresión de los muretes de tapial patrón alcanzó un valor de 22,63 kg/cm<sup>2</sup>, mientras los muretes de tapial según diseño fueron significativamente menores, con un valor promedio de 6,12 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados reflejan una diferencia notable entre ambos tipos de muretes.

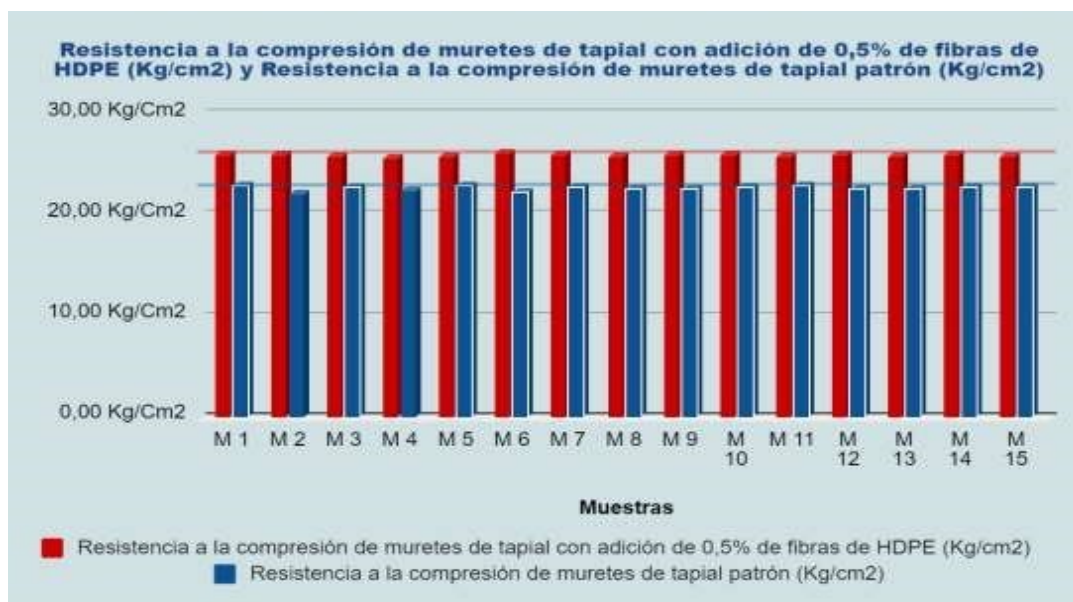
**Tabla 4**  
Resultados del F'c de muretes patrón y con 0,5% de fibras PEAD

Muestras	F'c de muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c de muretes de tapial patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1	25,89	22,97
M 2	25,95	22,16
M 3	25,83	22,66
M 4	25,62	22,44
M 5	25,84	22,94
M 6	26,05	22,22
M 7	25,90	22,72
M 8	25,72	22,53
M 9	25,94	22,58
M 10	26,00	22,73
M 11	25,77	22,84
M 12	25,95	22,55
M 13	25,87	22,65
M 14	25,94	22,81
M 15	25,83	22,66

### Interpretación:

En la tabla se muestran los resultados de la resistencia a compresión tanto para los muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD como para los muretes de tapial patrón.

**Figura 48**  
F'c muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD



## Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a compresión de los muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD es 26,05 Kg/cm<sup>2</sup> y para los muretes de tapial patrón, su valor es 22,97 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 5**

*Medias del F'c muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD*

<b>Media</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
F'c de los muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD.	25,87	Kg/cm <sup>2</sup>
F'c de los muretes de tapial patrón.	22,63	Kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla presenta los valores de las medias de resistencia a compresión de muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD en comparación con los muretes de tapial patrón. Los muretes reforzados con fibras de PEAD que alcanzaron una resistencia promedio de 25,87 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los muretes patrón mostraron una resistencia de 22,63 kg/cm<sup>2</sup>. Este incremento en la resistencia a compresión sugiere que la incorporación del 0,5% de fibras de PEAD que mejora significativamente la capacidad de carga de los muretes de tapial. Estos resultados resaltan el potencial del uso de PEAD como refuerzo en construcciones de tierra, promoviendo una alternativa más resistente y sostenible en el ámbito de la construcción.

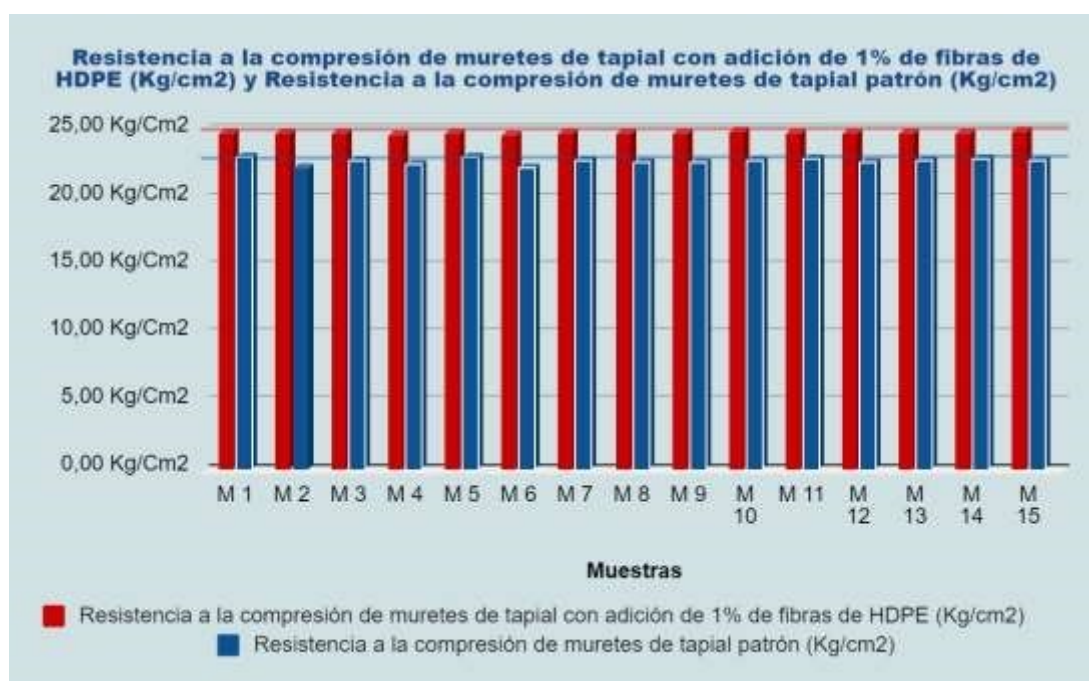
**Tabla 6**  
Resultados del F'c muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD

Muestras	F'c de muretes de tapial con 1% de fibras de PEAD (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c de muretes de tapial patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1	24,76	22,97
M 2	24,69	22,16
M 3	24,73	22,66
M 4	24,59	22,44
M 5	24,67	22,94
M 6	24,63	22,22
M 7	24,74	22,72
M 8	24,78	22,53
M 9	24,68	22,58
M 10	24,81	22,73
M 11	24,69	22,84
M 12	24,74	22,55
M 13	24,76	22,65
M 14	24,73	22,81
M 15	24,81	22,66

**Interpretación:**

En la tabla se muestran los resultados de la resistencia a la compresión tanto para los muretes de tapial con adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad como para los muretes de tapial patrón.

**Figura 49**  
I F'c de muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD



## Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a compresión de los muretes de tapial con 1% de fibras de PEAD es 24,81 Kg/cm<sup>2</sup> y para los datos de los muretes de tapial patrón, su valor es 22,97 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 7**  
*Medias del F'c de muretes patrón y con 1% de PEAD*

<b>Media</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
F'c de los muretes de tapial con 1% de fibras de PEAD	24,72	Kg/cm <sup>2</sup>
F'c de los muretes de tapial patrón.	22,63	Kg/cm <sup>2</sup>

## Interpretación:

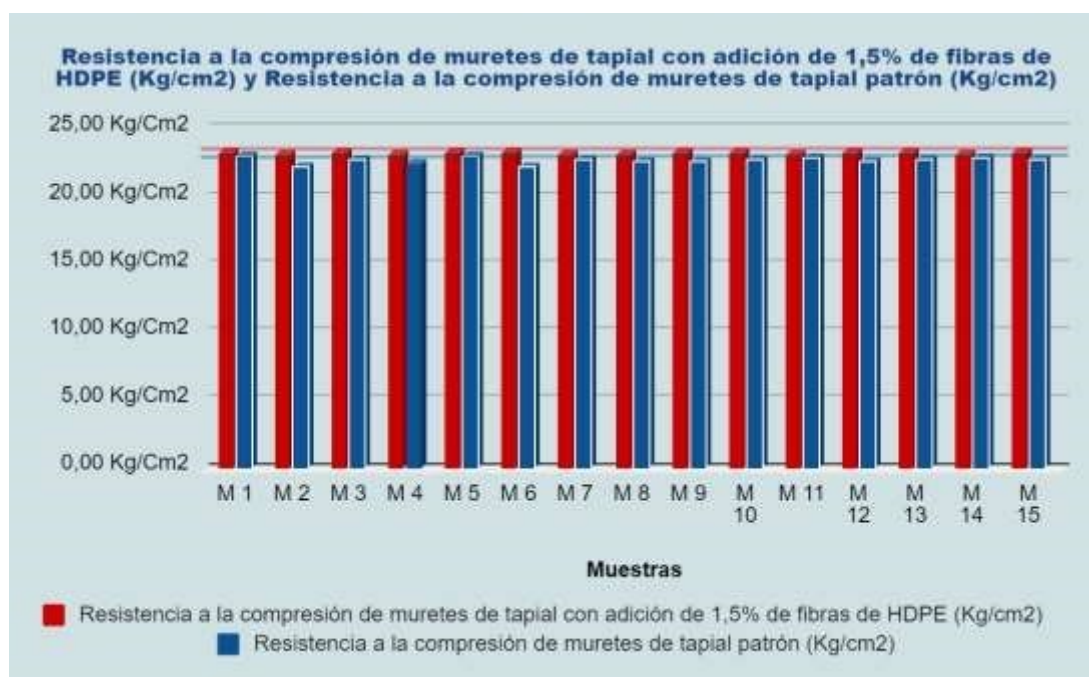
La tabla muestra los resultados de resistencia a compresión promedio de muretes de tapial con del 1% de fibras de PEAD en comparación con los muretes patrón. Los muretes de tapial reforzados con el 1% de fibras de PEAD que alcanzaron una resistencia promedio de 24,72 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los muretes patrón registraron una resistencia de 22,63 kg/cm<sup>2</sup>. Este incremento en la resistencia indica que la adición del 1% de fibras de PEAD contribuyó a mejorar la capacidad de compresión de los muretes de tapial, aunque en menor medida que otras proporciones evaluadas. Estos resultados subrayan la efectividad del PEAD como refuerzo en estructuras de tapial, proporcionando un material más resistente y con un enfoque hacia la sostenibilidad en la construcción.

**Tabla 8***Resultados del F'c muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD*

Muestras	F'c de muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c de muretes de tapial patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1	23,23	22,97
M 2	23,12	22,16
M 3	23,28	22,66
M 4	23,17	22,44
M 5	23,18	22,94
M 6	23,25	22,22
M 7	23,06	22,72
M 8	23,12	22,53
M 9	23,22	22,58
M 10	23,24	22,73
M 11	23,16	22,84
M 12	23,23	22,55
M 13	23,22	22,65
M 14	23,16	22,81
M 15	23,26	22,66

**Interpretación:**

En la tabla se muestran los resultados de la resistencia a compresión tanto para los muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD como para los muretes de tapial patrón.

**Figura 50***Resistencia a la compresión de muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD*

## Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a compresión de los muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD es de 23,28 Kg/cm<sup>2</sup> y para los datos de los muretes de tapial patrón, su valor es 22,97 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 9**

*Media de F'c de muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD*

Media	Valor	Unidades
F'c de los muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD.	23,19	Kg/cm <sup>2</sup>
F'c de los muretes de tapial patrón.	22,63	Kg/cm <sup>2</sup>

## Interpretación:

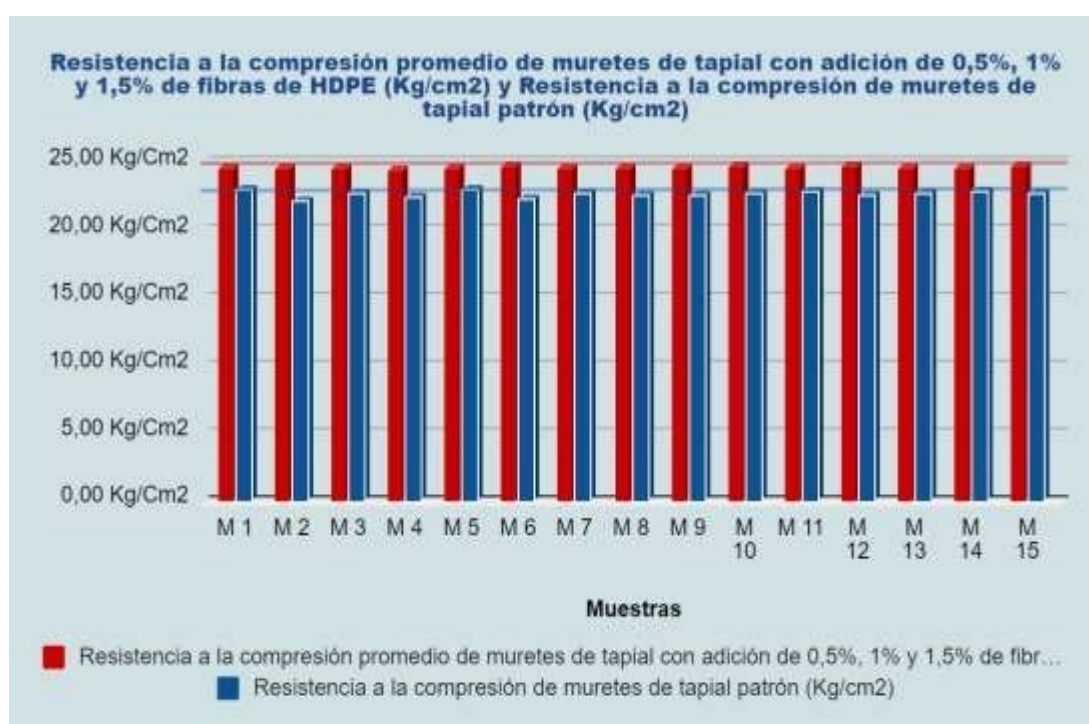
La tabla presenta los resultados promedio de resistencia a compresión de muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD, en comparación con los muretes patrón. Los muretes reforzados con un 1,5% de PEAD alcanzaron una resistencia promedio de 23,19 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los muretes de tapial patrón registraron un valor de 22,63 kg/cm<sup>2</sup>. Aunque la adición de fibras de PEAD en esta proporción incrementó la resistencia a compresión, el aumento fue menor en comparación con proporciones inferiores de PEAD. Este resultado sugiere que la efectividad del PEAD como refuerzo podría variar en función de su cantidad, siendo las proporciones menores potencialmente más favorables para mejorar la resistencia a compresión de los muretes de tapial.

**Tabla 10***F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD*

Muestras	F'c promedio de muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c de muretes de tapial patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1	24,63	22,97
M 2	24,59	22,16
M 3	24,61	22,66
M 4	24,46	22,44
M 5	24,56	22,94
M 6	24,65	22,22
M 7	24,56	22,72
M 8	24,54	22,53
M 9	24,61	22,58
M 10	24,68	22,73
M 11	24,54	22,84
M 12	24,64	22,55
M 13	24,61	22,65
M 14	24,61	22,81
M 15	24,63	22,66

**Interpretación:**

En la tabla se muestran los resultados de la resistencia a la compresión promedio tanto para los muretes de tapial con adición de 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad como para los muretes de tapial patrón.

**Figura 51***F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD*

## Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a compresión promedio de los muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD es 24,68 Kg/cm<sup>2</sup> y para los datos de la resistencia a compresión de los muretes de tapial patrón, su valor es 22,97 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 11**

*Media del F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de PEAD*

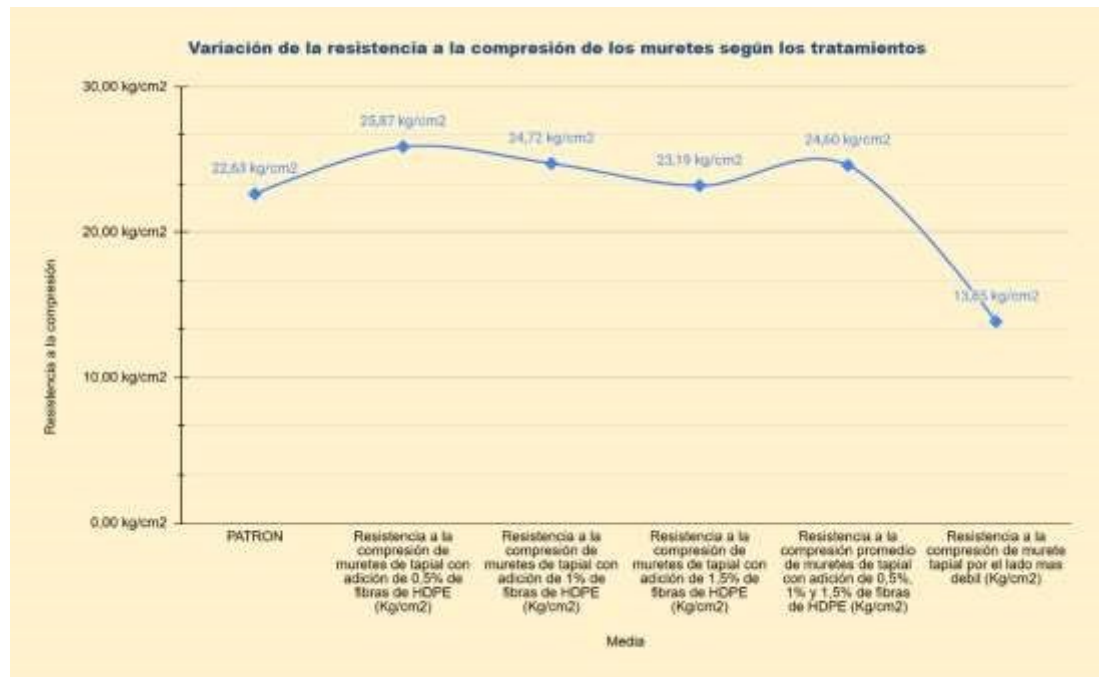
<b>Media</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
F'c promedio de los muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD.	24,60	Kg/cm <sup>2</sup>
F'c de los muretes de tapial patrón.	22,63	Kg/cm <sup>2</sup>

## Interpretación:

La tabla muestra la resistencia a compresión promedio de los muretes de tapial con diferentes proporciones de fibras de PEAD 0,5%, 1% y 1,5% en comparación con los muretes de tapial patrón. Los muretes reforzados con PEAD alcanzaron una resistencia promedio de 24,60 kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia de los muretes de tapial patrón, que fue de 22,63 kg/cm<sup>2</sup>. Este incremento sugiere que, en general, la adición de fibras de PEAD contribuyó a mejorar la resistencia a compresión de los muretes de tapial, demostrando que el uso de este material reciclado como refuerzo es una estrategia viable para optimizar la durabilidad y el desempeño estructural en construcciones de tierra.

**Figura 52**

*Variación del  $F_c$  de los muretes bajo compresión axial y bajo compresión por el lado más débil*



### Interpretación:

El gráfico muestra que la incorporación de fibras de PEAD que mejora la resistencia a compresión de los muretes de tapial, alcanzando su valor máximo con un 0,5% de adición (25,87 kg/cm<sup>2</sup>), superior al patrón sin aditivos (22,63 kg/cm<sup>2</sup>). A medida que aumenta el porcentaje de PEAD a 1% y 1,5%, la resistencia disminuye ligeramente, lo que indica que cantidades excesivas no mejoran el desempeño mecánico. Además, la resistencia a compresión del murete tapial por el lado más débil presentó (13,25 kg/cm<sup>2</sup>), evidenciando la importancia del tipo de suelo en el comportamiento estructural.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

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

### 4.2.1. PARA LA HIPÓTESIS GENERAL

HG: La adición de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2023.

H0: La adición de fibras de polietileno de alta densidad NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2023.

### 4.2.2. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DE LA HIPÓTESIS GENERAL

**Tabla 12**

*F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD.*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c promedio de muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD	,210	15	,075	,934	15	,318
F'c de muretes de tapial patrón	,133	15	,200*	,948	15	,498

#### **Interpretación:**

Se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a compresión promedio de los muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD

( $p=0,318>0,05$ ) y para los muretes de tapial patrón ( $p=0,498>0,05$ ). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas.

#### 4.2.3. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS GENERAL

**Tabla 13**

*T de Student del F'c promedio de muretes patrón y con 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de PEAD*

	Media	Inferior r	Superio	t	gl	Sig. (bilateral)
F'c promedio de muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% de PEAD. – F'c de muretes de tapial patrón	1,96400	1,83304	2,09496	32,165	14	,001

#### Interpretación

La tabla presenta los resultados de la prueba t Student aplicada para comparar la resistencia a compresión promedio de muretes de tapial con fibras de PEAD en proporciones de 0,5%, 1% y 1,5% con la de los muretes de tapial patrón. La diferencia promedio en resistencia fue de 1,9640 kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que va desde 1,83304 hasta 2,09496 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de t obtenido fue de 32,165, con 14 grados de libertad, y una significancia bilateral de 0,001, lo que indica que la diferencia observada es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Estos resultados confirman que la adición de fibras de PEAD aumenta de manera significativa la resistencia a compresión de los muretes de tapial, validando la efectividad de este refuerzo en mejorar el desempeño estructural de los muretes de tierra.

### HIPÓTESIS ESPECIFICA 1:

HE1: La adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

HE0: La adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

#### 4.2.4. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DE LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

Tabla 14

Normalidad para F'c de muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD		,148	15	,200*	,960	15	,690
F'c de muretes de tapial patrón		,133	15	,200*	,948	15	,498

#### Interpretación:

Se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a compresión de los muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD ( $p=0,690>0,05$ ) como para los muretes de tapial patrón ( $p=0,498>0,05$ ). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas.

### 4.3. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

**Tabla 15**

*T Student para F'c de muretes patrón y con 0,5% de fibras de PEAD*

	Media	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
		95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
F'c de muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD	3,2426	3,09191	3,39342	46,134	14	,001
F'c de muretes de tapial patrón						

#### Interpretación

La tabla muestra los resultados de la prueba t Student para comparar la resistencia a compresión promedio de muretes de tapial con 0,5% de fibras de PEAD respecto a los muretes de tapial patrón. La diferencia media observada en resistencia fue de 3,24267 kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que va de 3,09191 a 3,39342 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de t calculado fue de 46,134, con 14 grados de libertad, y una significancia bilateral de 0,001, indicando que esta diferencia es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Estos resultados confirman que la adición del 0,5% de fibras de PEAD incrementa de manera significativa la resistencia a compresión de los muretes de tapial, sugiriendo que esta proporción es efectiva para mejorar la capacidad de carga de este tipo de construcción.

## HIPÓTESIS ESPECIFICA 2:

HE2: La adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

HE0: La adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

### 4.4. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LOS DATOS DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Tabla 16

Normalidad para F'c de muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de muretes de tapial con 1% de fibras de PEAD	,159	15	,200*	,960	15	,699
F'c de muretes de tapial patrón	,133	15	,200*	,948	15	,498

#### Interpretación:

Se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a compresión de los muretes de tapial con 1% de fibras de PEAD ( $p=0,699>0,05$ ) como para los muretes de tapial patrón ( $p=0,498>0,05$ ). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas.

## 4.5. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Tabla 17

T Student para F'c de muretes patrón y con 1% de fibras de PEAD

	Media	Intervalo de confianza de la diferencia 95% de intervalos de emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
F'c de muretes de tapial con 1% de fibras de PEAD.	2,09000	1,97060	2,20940	37,54	14	,001
F'c de muretes de tapial patrón				3		

### Interpretación

La tabla presenta los resultados de la prueba t Student para la comparación de la resistencia a compresión promedio entre muretes de tapial con 1% de fibras de PEAD y muretes de tapial patrón. La diferencia media observada en la resistencia fue de 2,0900 kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que varía entre 1,9760 y 2,20940 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de t obtenido fue de 37,543, con 14 grados de libertad, y una significancia bilateral de 0,001, lo cual indica que la diferencia es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Estos resultados demuestran que la adición del 1% de fibras de PEAD que produce un aumento significativo en la resistencia a compresión de los muretes de tapial, validando la efectividad de esta proporción de fibras como refuerzo estructural en construcciones de tierra.

### HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3:

HE3: La adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

H0: La adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

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

Tabla 18

Normalidad para F'c de muretes patrón y con 1,5% de fibras de PEAD

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD	,201	15	,105	,944	15	,434
F'c de muretes de tapial patrón	,133	15	,200 *	,948	15	,498

#### Interpretación:

Se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a compresión de los muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD ( $p=0,434 > 0,05$ ) como para la resistencia a compresión de los muretes de tapial patrón ( $p=0,498 > 0,05$ ). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas.

#### 4.6. ANÁLISIS INFERENCIAL PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

Tabla 19

Prueba t de Student para la resistencia a la compresión de muretes de tapial con 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad y muretes patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Media	cias emparejadas 95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
F'c de muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD – F'c de muretes de tapial patrón.	,56267	,43181	,69352	9,222	14	,001

#### Interpretación

La tabla muestra los resultados de la prueba t Student para comparar la resistencia a compresión promedio de muretes de tapial con 1,5% de fibras de PEAD respecto a los muretes de tapial patrón. La diferencia media en resistencia fue de 0,56267 kg/cm<sup>2</sup>, con un intervalo de confianza del 95% que varía entre 0,43181 y 0,69352 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de t calculado fue de 9,222, con 14 grados de libertad, y una significancia bilateral de 0,001, indicando que la diferencia es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Aunque la adición del 1,5% de PEAD generó un incremento significativo en la resistencia a compresión de los muretes de tapial, el aumento fue menor en comparación con proporciones inferiores de PEAD. Estos resultados sugieren que una mayor proporción de fibras no necesariamente proporciona mayores beneficios en resistencia, y pueden indicar un punto de optimización en el uso de PEAD como refuerzo en construcciones de tapial.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los resultados de la investigación de Noa y Ordoñez (2022) con los hallazgos obtenidos en nuestro estudio, se observan tendencias similares en cuanto a la mejora de la resistencia a la compresión mediante la adición de fibras. En su estudio, Noa y Ordoñez analizaron la adición de fibras de Tereftalato de Polietileno (PET) en adobes, logrando incrementos en la resistencia a la compresión de hasta un 62% en adobes con 6% de fibras PET, alcanzando un valor de 12,6 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 7,8 kg/cm<sup>2</sup> del adobe patrón. En nuestro caso, la incorporación de un 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad en muretes de tapial resultó en un incremento significativo de la resistencia a la compresión, alcanzando un valor de 25,87 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con los 22,63 kg/cm<sup>2</sup> del tapial patrón. Aunque se utilizaron materiales y porcentajes de adición distintos, ambos estudios respaldan la efectividad de las fibras plásticas en mejorar las propiedades estructurales de materiales de construcción tradicionales, sugiriendo que el refuerzo con fibras puede ser una estrategia eficaz para optimizar la resistencia de las construcciones de tierra en contextos rurales.

En comparación con el estudio de Manzano Loyola (2024), que evaluó el impacto de la adición de fibras de nylon en la resistencia a la compresión de muretes de adobe, nuestro estudio presentó un enfoque distinto al analizar la resistencia a la compresión de muretes de tapial con la adición de fibras de polietileno de alta densidad. Mientras que Manzano Loyola logró resultados positivos en resistencia promedio de los muretes con fibras de nylon fue de 9,42 kg/cm<sup>2</sup>, superior a los 6,55 kg/cm<sup>2</sup> de las muestras sin fibra, en nuestra investigación, el valor más bajo de resistencia a la compresión se observó al adicionar un 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad en los muretes de tapial, alcanzando 23,19 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los 22,63 kg/cm<sup>2</sup> de los muretes de tapial patrón. Este contraste sugiere que, aunque ambos estudios evidencian mejoras con la inclusión de fibras plásticas, la proporción y el tipo

de fibra utilizada juegan un rol clave en el desempeño estructural, y una mayor cantidad de fibras no necesariamente implica mayores beneficios en resistencia a la compresión en estructuras de tapial.

Al comparar nuestro estudio con la investigación de García Chávez. (2023), que exploró la mejora de la resistencia a la compresión del adobe con fibras de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado, se observan resultados interesantes en cuanto a la mejora de la resistencia a la compresión mediante la incorporación de materiales plásticos. García Chávez, obtuvo una resistencia óptima al incorporar fibras de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado en porcentajes del 2%, 5% y 7% mejoró significativamente la resistencia a la compresión de los bloques de adobe en comparación con los bloques tradicionales elaborados con paja. En nuestro caso, al incorporar 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad en muretes de tapial, se alcanzó un promedio de resistencia a la compresión de 24,60 kg/cm<sup>2</sup>, en contraste con los 22,63 kg/cm<sup>2</sup> obtenidos en los muretes de tapial patrón. Si bien ambos estudios demuestran la efectividad de los residuos plásticos en mejorar la resistencia estructural de materiales de construcción, los resultados sugieren que, en nuestro caso, incluso porcentajes bajos de polietileno de alta densidad fueron efectivos para aumentar la capacidad de compresión en muretes de tapial, lo que aporta valor en el contexto de construcción sostenible y asequible.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

**Para el objetivo general:** Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial al adicionar fibras de polietileno de alta densidad. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=32,165$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión aumenta al utilizar 0,5%, 1% y 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad, con una media de 24,60 Kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los muretes de tapial patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de 22,63 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 1:** Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los muretes de tapial al agregar 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=46,134$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión de los muretes de tapial aumenta al utilizar 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad, con una media de 25,87 Kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los muretes patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de 22,63 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 2:** Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los muretes de tapial al agregar 1% de fibras de polietileno de alta densidad. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=37,543$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión de los muretes de tapial aumenta al utilizar 1% de fibras de polietileno de alta densidad, con una media de 24,72 Kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los muretes patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de 22,63 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 3:** Se concluye que existe un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los muretes de tapial al agregar 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $t=9,222$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión de los muretes de

tapial aumenta al utilizar 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad, con una media de 23,19 Kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los muretes patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de 22,63 Kg/cm<sup>2</sup>.

## RECOMENDACIONES

Considerando el incremento significativo en la resistencia a la compresión de los muretes de tapial con la adición de fibras de polietileno de alta densidad, se recomienda a los constructores locales y a las municipalidades fomentar el uso de esta técnica en proyectos de construcción rural y de vivienda económica en zonas como Santa María del Valle y otras áreas rurales de Huánuco.

Para fortalecer la viabilidad de esta técnica en la construcción, se sugiere realizar estudios de durabilidad a largo plazo en condiciones climáticas locales, que incluyan la exposición a variaciones de humedad, temperatura y efectos de erosión. Esto permitirá evaluar la resistencia del material en entornos reales y verificar si el efecto de las fibras de polietileno de alta densidad se mantiene a lo largo del tiempo.

Aunque los resultados mostraron mejoras en la resistencia con proporciones de 0.5%, 1%, y 1.5% de polietileno de alta densidad, es recomendable investigar posibles optimizaciones en estas proporciones. La identificación de una proporción ideal podría optimizar los costos de producción y maximizar la resistencia sin sacrificar la sostenibilidad del material.

Para ampliar el alcance de esta técnica, sería útil investigar la efectividad de combinar las fibras de polietileno de alta densidad con otros aditivos naturales o reciclados. Esto podría llevar a materiales con características aún mejores en términos de resistencia, durabilidad y sostenibilidad.

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda iniciar un proceso de investigación normativa para incorporar el uso de fibras de polietileno de alta densidad en los estándares de construcción de materiales de tierra en el Perú. Esto podría involucrar pruebas adicionales a nivel industrial y regulatorio para validar la efectividad y seguridad de estos muretes de tapial con polietileno de alta densidad en construcciones permanentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauluz del Río, G., & Bárcena B., P. (1992). *Bases para el diseño y construcción con tapial*. Madrid : Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, D.L. 1992.
- Bilurbina, L., Bilurbina Alter, L., & Liesa, F. (1990). *Materiales no metálicos resistentes a la corrosión*. Marcombo.
- Blondet M., Villa García G., Brzev S., & Rubiños A. (2011). *Construcción de edificios de adobe resistentes a terremotos: tutorial, Instituto de Investigación de Ingeniería Sísmica*. segunda.
- Campos, J., & Díaz, J. (2011). Manual de aplicaciones de polímeros en la construcción. *El polietileno (PE) como material de construcción en la era del cambio climático*.
- Cantos Serrano, J. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñ ar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Cerna Livia, M. E., & Velásquez De la Cruz, C. M. (2021). Estudios de propiedades mecánicas del adobe con adición de viruta de madera y tereftalato de polietileno en Aquia – Ancash 2021. Ancash, Perú:  
Universidad César Vallejo.
- 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. Huánuco:  
Universidad de Huánuco.
- Gernot M. (2001). *Manual de Construcción para viviendas antisísmicas de tierra*.

- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hoz Onrubia, J., Maldonado Ramos, L., & Vela Cossío, F. (2003). *Diccionario de construcción tradicional: tierra*. Editorial Nerea.
- Hull, D. (1987). *Materiales compuestos*. Editorial Reverte.
- Johnson, & Christensen. (2017). *Métodos de investigación en educación*.
- Manzano Loyola, L. L. (2024). Resistencia a la compresión de muretes de adobe con adición de fibras nylon - Amarilis - Huánuco - 2023. Huánuco, Perú: Universidad de Huánuco.
- Maroto Hebrero, P. (2023). Reutilización de fibras textiles en elementos de construcción con adobe. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- MTC. (2000). *“Reglamento Nacional de Construcciones. Adobe: Norma Técnica de Edificación E-080”*. Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC).
- Noa Huaman, M. E., & Ordoñez Claros, D. D. (1 de Febrero de 2022). Adición de Fibras PET en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de AyacuchoPerú. Perú: Universidad de Ciencias Aplicadas.
- NORMA E.080. (2017). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. *MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO*.
- Nuñez Aldás, G. W., López Arboleda, A. G., & Chérrez Gavilanes, D. S. (2021). Adición de botellas plásticas pet en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de

temperatura y acondicionamiento acústico en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Ambato, Ecuador: Ciencia digital.

Ovando de la Cruz, H. O., & Ruíz Castellanos, J. A. (2010). Caracterización mecánica del adobe de Tuxtla Gutiérrez. México: Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Pastor Quiles, M. (2017). *La construcción con tierra en arqueología: teoría, método, técnicas y aplicación*. Publicacions Universitat D'Alacant.

Robles Rojo, A. (2022). Elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y agregado de nopal para mejorar la resistencia a compresión y durabilidad. Colima, Mexico: Instituto Tecnológico de Colima.

Roldán Morales, F. P. (2018). *Palomares de barro de Tierra de Campos*.

Editorial Maxtor.

Seymour, R. B., & Carraher, C. E. (1995). *Introducción a la química de los polímeros*. Editorial Reverte.

Soto Quispe, K. G. (11 de Noviembre de 2023). Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con la adición del 0.5%, 0.75% y 1% de fibras de corteza de espino, Cajamarca 2023. Perú: Universidad Privada del Norte.

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

Freyles Milino, G. (2026). *Resistencia a la Compresión de muretes de tapial con adición de fibras de polietileno de alta densidad - Santa María del Valle - Huánuco – 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

-

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO: “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO - 2024”**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Objetivo general	Hipótesis general	Escalas De	Especific
Problema general			Independiente	Dimensiones	Indicadores	Medición	aciones Metodología
<p><b>PG:</b> ¿Cuál es el efecto de la adición de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2024?</p>	<p><b>OG:</b> Determinar el efecto de la adición de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2024.</p>	<p><b>HG:</b> La adición de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial, Santa María del Valle - Huánuco - 2024.</p>	<p>Fibras de fibras de polietileno de alta densidad.</p>	<p>Peso del 0,5%, 1% y 1,5% fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco de la mezcla.</p>	<p>Porcentaje en peso de polietileno de alta densidad en la mezcla</p> <p>Longitud y espesor de la fibra</p>	<p>% - Cm - mm.</p>	<p>-Norma E.080 (Construcción con tierra).</p> <p><b>Enfoque:</b> Enfoque cuantitativo.  <b>Alcance o nivel:</b> Alcance explicativo.  <b>Diseño:</b> Diseño cuasi experimental. Técnica de investigación :</p>
Problemas acciones	Objetivos Instrumentos:	Hipótesis específicas	Dependien Dimensiones	Indicadores específicos	Escalas De específicos	Especific te	Observación <u>Medición</u>

---

**PE1:** ¿Qué efecto tiene la adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial?

**OE1:** Determinar el efecto de la adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

HE1: La adición de 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

Resistencia a la compresión de muretes de tapial.

Resistencia a la compresión de muretes de tapial con 0,5%, 1% y 1,5% fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco de la mezcla.

- Carga máxima soportada (kg)  
- Área de la base del murete (cm<sup>2</sup>)  
- kg  
- Cm2  
- Kg/cm<sup>2</sup>  
-Kg/cm3

- Norma Técnica Peruana E.080  
-Prueba según procedimiento de compresión

Ficha de campo y ficha de laboratorio.  
**Población:** La población para el ensayo a compresión estará conformada por 60 muretes de tapial.

---

---

**PE2:** ¿Qué efecto tiene la adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial?

**OE2:** Determinar el efecto de la adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

HE2: La adición de 1% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

HE3: La adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

**PE3:** ¿Qué efecto tiene la adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial?

**OE3:** Determinar el efecto de la adición de 1,5% de fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión de muretes de tapial.

- Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

ón uniaxial adaptada a muretes construidos artesanalmente

**Muestra:** La muestra tomada es la no probabilística, es decir estas se toman según el criterio del investigador.

---

# ANEXO 2

## RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

#### Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1265-2024-D-FIUDH

Huánuco, 31 de mayo de 2024.

Visto, el Oficio N° 901-2024-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) titulado: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS.

#### 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° 2649-2023-D-FI-UDH, de fecha 08 de noviembre de 2023, perteneciente al Bach. Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Ylken Lloayth Trujillo Arica, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 901-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS, integrado por los siguientes docentes: Dr. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Ing. José Chocovilca Chingual (Secretario) e Ing. Jerry Marlon Dávila Martel (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estado 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 titulado: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS para optar al 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



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Mg. César Augusto Meléndez Torres  
SECRETARIO DECANATO



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Mg. Heriberto Compostiza Risco  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Investigador - Informante - Asesor  
ROR/TEC/Ine.

**ANEXO 3**  
**RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR**

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

**RESOLUCIÓN N° 2649-2023-D-FI-UDH**

Huánuco, 08 de noviembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1792-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 448795-0000009668, del Bach. **Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS**, 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 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 448795-0000009668, presentado por el (la) Bach. **Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza, 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. **Freyles Milino GUARDIA ZEVALLOS** a la Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza, 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 4

### RESOLUCIÓN DE JURADOS



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**  
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"



#### **INFORME N° 04-2025-UDH/FI/CIVIL/RFSL/PMDH/YPMV**

**A** : Mg. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO  
Coordinador del P.A. de Ingeniería Civil

**DE** : JURADOS REVISORES DE TESIS

**ASUNTO** : REVISIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

**REFERENCIA** : RESOLUCIÓN No 0529-2025-D-FI-UDH

**FECHA** : Huánuco, 07 de Setiembre de 2025

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo cordialmente y a la vez informarle que habiendo revisado LA TESIS intitulada "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD – SANTA MARIA DEL VALLE – HUANUCO - 2024", presentado por la Bach. GUARDIA ZEVALLOS, Freyles Milino.

Se encuentra **APROBADO**, encontrándose **APTO** para continuar con los tramites respectivos de acuerdo al Reglamento de Grados y títulos de la UDH.

Es todo cuanto informo para conocimiento y fines correspondientes

Atentamente,

Mg. Reynaldo Favio Suarez Landeoro  
REG. CIP N° 24445

Mg. Reynaldo Favio Suarez Landeoro  
PRESIDENTE

Mg. Percy Mello Dávila Herrera  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 86180

Mg. Percy Mello Dávila Herrera  
SECRETARIO

Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama  
INGENIERO CIVIL - ESP. AMBIENTAL  
CIP N° 93625

Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama  
VOCAL

## ANEXO 5

### INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS

**PyS**

**EQUIPOS**

Comercialización de Equipos  
para Laboratorio - Ingeniería Civil  
Suelos - Asfaltos - Concreto

# 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



# Granulometría del suelo



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

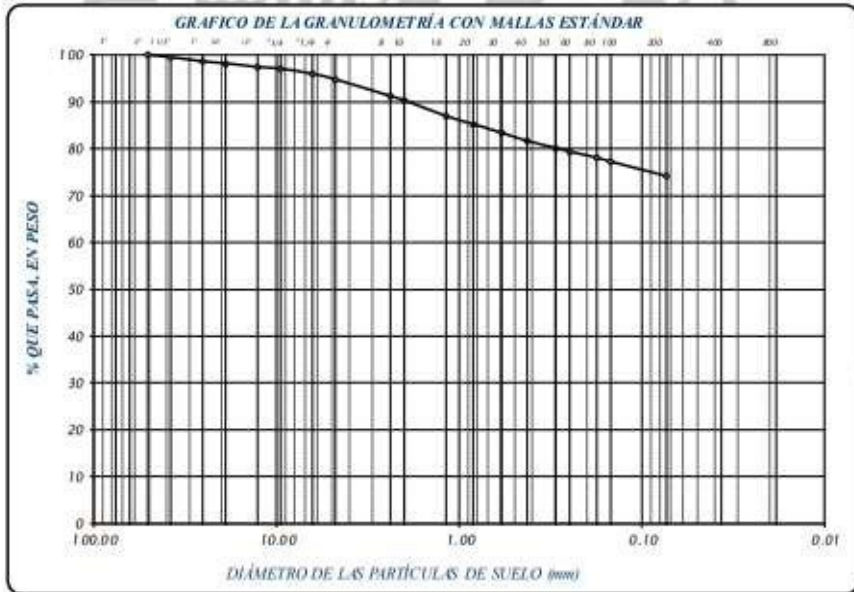


Granulometría del suelo.

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) - SANTA MARIA DEL VALLE -  
**UBICACIÓN** : SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO  
**SOLICITA** : BACH. FREYLES MENDOZA GUARDIA ZEVALLOS  
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2024

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
						en milímetros (mm)	en pulgadas (in)	en centímetros (cm)
2"	50.800					en milímetros (mm)	en pulgadas (in)	en centímetros (cm)
2 1/2"	63.500					114	4 1/2	11.4
3"	76.200				100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
1 1/2"	38.100	12.0	0.40	0.40	99.52	Material de suelo de la muestra presentada con grava que viene a:		
1"	25.400	21.0	0.81	1.21	98.61	:		
3/4"	19.050	10.0	0.40	1.70	98.21	25.84%		
1/2"	12.700	20.0	0.80	2.58	97.42	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
3/8"	9.525	0.0	0.00	2.58	97.42	Límite Líquido = 25.50		
1/4"	6.350	20.0	1.11	4.00	95.94	Límite Plástico = 15.49		
No. 4	4.750	30.0	1.10	5.21	94.79	Índice Plástico = 6.40		
No. 8	2.360	90.0	2.58	8.83	91.17	Coeficiente de Curvatura = N.P.		
No. 10	2.000	22.0	0.87	9.70	90.30	Coeficiente de Uniformidad = N.P.		
No. 15	1.180	32.0	1.34	11.04	88.96	CLASIFICACIÓN		
No. 20	0.840	44.0	1.73	14.79	85.21	SECS = CL - ML		
No. 30	0.600	46.0	1.87	16.62	83.38	LÍMITE = A-4		
No. 40	0.420	44.0	1.73	18.37	81.63	OBSERVACIONES		
No. 50	0.300	39.0	1.51	19.88	80.12	% de grava = 1.2%		
No. 60	0.250	19.0	0.76	20.64	79.36	% de arena = 20.6%		
No. 80	0.175	11.0	1.11	21.93	78.07	% de limo y arcilla = 24.10%		
No. 100	0.149	21.0	0.87	22.78	77.22	% de humedad = 22.3%		
No. 200	0.075	77.0	3.00	25.78	74.22			
CAZQUETA	0.000	100.00	74.10	100.00	0.00			
TOTAL		233.00	100.00					



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

**Ing. Samuel Juanito Polcan Pardave**  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

# Límites de Atterberg



**MONTAÑA**

LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Límites de Atterberg.

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) - SANTA MARIA DEL VALLE  
UBICACIÓN : SANTA MARIA DEL VALLE - HUÁNUCO  
SOLICITA : BACH. FREYLES MILINO, GUARDIA ZEVALLLOS  
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	17	21	27	35
Índice de Plasticidad - Casco	78.11	85.59	82.32	80.45
Índice de Plasticidad - Tierra	69.17	70.13	72.93	77.22
Plasticidad de Tierra	35.95	40.55	36.57	39.88
Plasticidad Líquida	8.94	9.46	9.39	9.23
Plasticidad de Suelo Arcilloso	35.22	35.58	36.36	37.34
PLASTICIDAD %	26.97	36.59	25.83	24.72

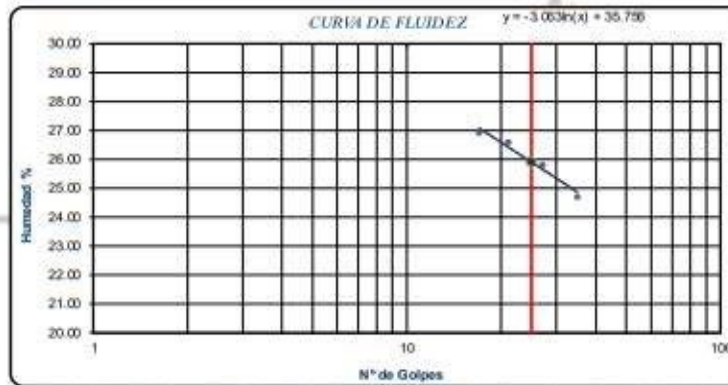
LÍMITE LÍQUIDO : 25.90

LÍMITE PLÁSTICO : 19.49

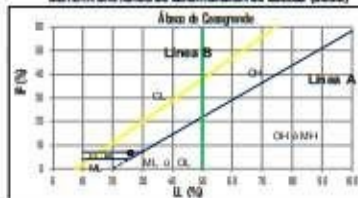
ÍNDICE PLÁSTICO : 6.40

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

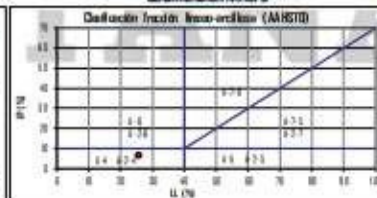
MUESTRA	01	02	03
Índice de Plasticidad - Casco	29.14	29.51	29.66
Índice de Plasticidad - Tierra	28.08	28.34	28.59
Plasticidad de Tierra	22.53	22.56	23.00
Plasticidad Líquida	1.06	1.17	1.07
Plasticidad de Suelo Arcilloso	5.55	5.78	5.59
PLASTICIDAD %	19.10	20.24	19.14



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas:  
Arcillo limoso con grava G-MH

Clasificación de suelos: AASHTO

A-4 Suelo limoso

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

*Samuel*  
Ing. Samuel Juanico Falcon Paredes  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

## Diseño de mezcla de los muretes de tapial



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



*Diseño de mezcla de los muretes de tapial.*

DISEÑO DE MEZCLA DE LOS TAPIALES		
TAPIAL 27cm X 20cm X 9cm		
		
PESO SECO DE MUESTRA	1	8.857 kg
PESO SECO DE MUESTRA	15	132.855 kg
AGUA	35%	3.100 lt 46.499 lt
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA 1 MUESTRA	0.5%	0.044 kg
	1.0%	0.089 kg
	1.5%	0.133 kg
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA 15 MUESTRA	0.5%	0.664 kg
	1.0%	1.329 kg
	1.5%	1.993 kg

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

  
**MONTAÑA**  
 Ing. Samuel Juvanto Polcon Pardave  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 210908

# MONTANA

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

## Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial (Patrón)



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial (Patrón)

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE MURETES DE TAPIALES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO - 2024"
SOLICITA:	BACH. FREYLES MILINO, GUARDIA ZEVALLOS
FECHA:	NOVIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				f <sub>c</sub>
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.55 kn	4,134.88 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.97 kg/cm²
M-2	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	39.11 kn	3,988.05 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.16 kg/cm²
M-3	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.00 kn	4,078.80 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.66 kg/cm²
M-4	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	39.61 kn	4,039.03 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.44 kg/cm²
M-5	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.49 kn	4,128.77 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.94 kg/cm²
M-6	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	39.22 kn	3,999.26 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.22 kg/cm²
M-7	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.10 kn	4,089.00 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.72 kg/cm²
M-8	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	39.77 kn	4,055.35 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.53 kg/cm²
M-9	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	39.86 kn	4,064.52 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.58 kg/cm²
M-10	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.12 kn	4,091.04 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.73 kg/cm²
M-11	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.31 kn	4,110.41 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.84 kg/cm²
M-12	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	39.80 kn	4,058.41 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.55 kg/cm²
M-13	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	39.99 kn	4,077.78 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.65 kg/cm²
M-14	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.27 kn	4,106.33 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.81 kg/cm²
M-15	PATRON	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.00 kn	4,078.80 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	22.66 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 22.63 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

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

*[Firma]*  
Ing. Semaniel Juanito Falcon Pardave  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

## Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial con adición de 0,5 % de polietileno de alta densidad



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial con adición de 0.5% de polietileno de alta densidad.

<b>ENSAYO:</b>		RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE MURETES DE TAPIALES									
<b>NORMA:</b>		DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080									
<b>PROYECTO:</b>		TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO - 2024"									
<b>SOLICITA:</b>		BACH. FREYLES MILINO, GUARDIA ZEVALLOS									
<b>FECHA:</b>		NOVIEMBRE - 2024									
<b>EQUIPO:</b>		PRENSA DIGITAL STYE 2000									

MUESTRA	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f <sub>c</sub>
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.71 kn	4,561.05 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.89 kg/cm²
M-2	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.80 kn	4,570.23 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.95 kg/cm²
M-3	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.59 kn	4,548.81 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.83 kg/cm²
M-4	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.22 kn	4,511.08 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.62 kg/cm²
M-5	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.61 kn	4,550.85 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.84 kg/cm²
M-6	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.98 kn	4,588.58 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	26.05 kg/cm²
M-7	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.71 kn	4,561.25 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.90 kg/cm²
M-8	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.41 kn	4,530.46 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.72 kg/cm²
M-9	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.79 kn	4,568.21 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.94 kg/cm²
M-10	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.89 kn	4,579.40 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	26.00 kg/cm²
M-11	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.49 kn	4,538.62 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.77 kg/cm²
M-12	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.81 kn	4,571.25 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.95 kg/cm²
M-13	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.66 kn	4,555.95 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.87 kg/cm²
M-14	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.79 kn	4,569.10 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.94 kg/cm²
M-15	0.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	45.60 kn	4,549.43 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	25.83 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 25.87 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

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

*Ing. Samuel Juanito Felcon Pardove*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

## Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial con adición de 1 % de polietileno de alta densidad



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial con adición de 1% de polietileno de alta densidad.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE MURETES DE TAPIALES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO - 2024"
SOLICITA:	BACH. FREYLES MILINO, GUARDIA ZEVALLOS
FECHA:	NOVIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	f <sub>c</sub>
M-1	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.70 kn	4,455.09 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.76 kg/cm²
M-2	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.59 kn	4,444.87 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.69 kg/cm²
M-3	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.65 kn	4,450.99 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.73 kg/cm²
M-4	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.41 kn	4,426.52 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.59 kg/cm²
M-5	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.54 kn	4,439.77 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.67 kg/cm²
M-6	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.49 kn	4,434.17 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.63 kg/cm²
M-7	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.67 kn	4,452.72 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.74 kg/cm²
M-8	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.74 kn	4,460.17 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.78 kg/cm²
M-9	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.56 kn	4,441.81 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.68 kg/cm²
M-10	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.80 kn	4,465.29 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.81 kg/cm²
M-11	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.59 kn	4,444.87 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.69 kg/cm²
M-12	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.68 kn	4,454.05 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.74 kg/cm²
M-13	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.71 kn	4,457.11 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.76 kg/cm²
M-14	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.66 kn	4,451.70 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.73 kg/cm²
M-15	1.0%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	43.80 kn	4,465.29 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	24.81 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 **24.72 kg/cm²**

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

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

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

## Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial con adición de 1,5 % de polietileno de alta densidad



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



*Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial con adición de 1.5% de polietileno de alta densidad.*

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE MURETES DE TAPIALES
<b>NORMA:</b>	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 090
<b>PROYECTO:</b>	TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	BACH. FREYLES MILINO, GUARDIA ZEVALLOS
<b>FECHA:</b>	NOVIEMBRE - 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				$f_c$
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	
M-1	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	41.00 kn	4,180.77 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.81 kn	4,161.40 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	41.09 kn	4,189.95 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.28 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.80 kn	4,170.57 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.17 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.82 kn	4,172.61 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.18 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	41.05 kn	4,185.87 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.70 kn	4,150.18 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.06 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.82 kn	4,162.42 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.99 kn	4,179.75 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.22 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	41.03 kn	4,183.83 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.24 kg/cm <sup>2</sup>
M-11	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.89 kn	4,169.55 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.16 kg/cm <sup>2</sup>
M-12	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	41.01 kn	4,181.79 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-13	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.98 kn	4,178.73 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.22 kg/cm <sup>2</sup>
M-14	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	40.89 kn	4,169.55 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.16 kg/cm <sup>2</sup>
M-15	1.5%	04/10/2024	01/11/2024	28 días	41.06 kn	4,186.89 kg	9.000	20.000	27.000	180.000	23.26 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<sub>c</sub> PROMEDIO** 23.19 kg/cm<sup>2</sup>

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

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

*Ing. Semaniel Juanito Falcon Pardave*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

## Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de muretes de tapial por el lado más débil



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna  
laboratorio.montana.ing@gmail.com  
962306428



### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE MURETES DE TAPIALES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MURETES DE TAPIAL CON ADICIÓN DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) - SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO - 2024"
SOLICITA:	BACH. FREYLES MILINO, GUARDIA ZEVALLOS
FECHA:	JULIO - 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

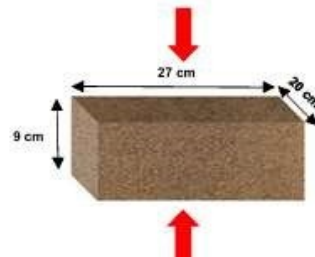
MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				$f_c$
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	CONVENCIONAL	08/06/2025	06/07/2025	28 días	70.15 kn	7,153.20 kg	20.000	27.000	9.000	540.000	13.25 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	CONVENCIONAL	08/06/2025	06/07/2025	28 días	72.69 kn	7,412.20 kg	20.000	27.000	9.000	540.000	13.73 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	CONVENCIONAL	08/06/2025	06/07/2025	28 días	76.39 kn	7,789.49 kg	20.000	27.000	9.000	540.000	14.42 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	CONVENCIONAL	08/06/2025	06/07/2025	28 días	74.22 kn	7,568.21 kg	20.000	27.000	9.000	540.000	14.02 kg/cm <sup>2</sup>

$f_c$  PROMEDIO 13.85 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



**MONTAÑA**  
INGENIERO CIVIL  
AQUINO GARCIA KEVIN JHONEL  
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Ing. Samanet Jusaito Polanco Perdomo*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

## ANEXO 6

### PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

