

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



**TESIS**

---

**“Análisis de la resistencia al corte de morteros de concreto incorporando fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad, Huánuco - 2024”**

---

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

**AUTORA:** Sabino Pezo, Mariela

**ASESORA:** Cecilio Reyes, Fatima Rosaria

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2025**

# U

# D

# H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)****CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería civil**Disciplina:** Ingeniería civil**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72553499

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47064856

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

Código ORCID: 0009-0001-5016-5538

**DATOS DE LOS JURADOS:**

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela	Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental	22516875	0000-0003-2705-4300
2	Aguilar Alcantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922
3	Miraval Rojas, Biseth	Maestro en gestión y negocios, con mención en gestión de proyectos	47474699	0000-0001-5605-3003



**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 18:00 horas del día lunes 01 de diciembre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- |  |            |
|--|------------|
| ❖ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA | PRESIDENTE |
| ❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA       | SECRETARIO |
| ❖ MG. BISETH MIRAVAL ROJAS                 | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2650-2025-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach Mariela SABINO PEZO, 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 mayoría con el calificativo cuantitativo de 11 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 19:00 horas del día 01 del mes de diciembre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

❑ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA

DNI: 22516875

ORCID: 0000-0003-2705-4300

**PRESIDENTE**

❑ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA

DNI: 43415813

ORCID: 0000-0002-0877-5922

**SECRETARIO (A)**

❑ MG. BISETH MIRAVAL ROJAS

DNI: 47474699

ORCID: 0000-0001-5605-3003

**VOCAL**



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: MARIELA SABINO PEZO, de la investigación titulada "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1 MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024", con asesor(a) FÁTIMA ROSARIA CECILIO REYES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1184-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 19 % 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, 21 de octubre de 2025



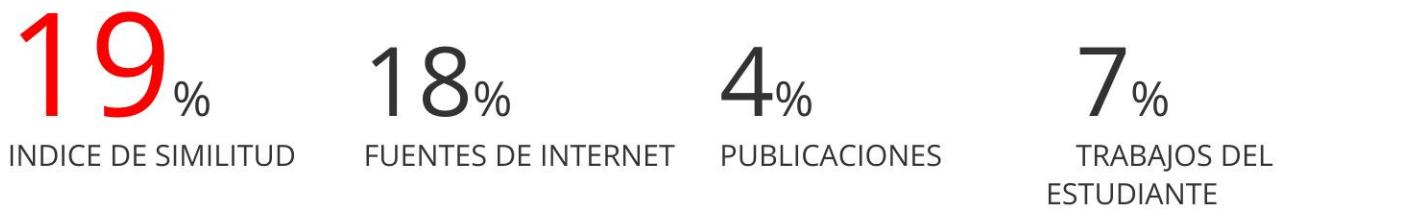
RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



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

# 139. Sabino Pezo, Mariela.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

- |   |   |           |
|---|---|-----------|
| 1 | <b>repositorio.udh.edu.pe</b><br>Fuente de Internet | <b>4%</b> |
| 2 | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet         | <b>3%</b> |
| 3 | <b>distancia.udh.edu.pe</b><br>Fuente de Internet   | <b>2%</b> |
| 4 | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet | <b>1%</b> |



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 amados padres, cuyo esfuerzo y sacrificio inquebrantable han sido el pilar fundamental en cada paso de mi formación. Su amor, apoyo y enseñanzas han sido mi mayor inspiración para alcanzar este logro.

A mis hermanos, compañeros incondicionales en este camino, por su aliento constante, por creer en mí y por estar siempre a mi lado en los momentos más desafiantes. Este triunfo también es de ustedes.

Con gratitud infinita, dedico este logro a mi familia, fuente de mi fortaleza y motivación.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora Fátima Rosaria Cecilio Reyes, por su orientación, paciencia y valiosos consejos, que han sido clave en la culminación de este trabajo. Su compromiso y conocimiento han dejado una huella imborrable en mi formación.

A los docentes del Programa Académico de Ingeniería Civil, quienes con su dedicación y exigencia académica han contribuido a mi crecimiento profesional y personal.

A la Universidad de Huánuco, por brindarme las herramientas y el espacio necesario para mi desarrollo como ingeniera civil.

A todos los que, de una u otra manera, han sido parte de este camino, mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I .....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	13
1.1. ESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. OBJETIVOS .....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA .....	17
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA .....	17
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	22

2.2. BASES TEÓRICAS .....	23
2.2.1. MORTERO.....	23
2.2.2. MORTERO SEGÚN NORMA E.070 .....	24
2.2.3. LADRILLO MACIZO.....	25
2.2.4. LADRILLO SEGÚN LA NORMA E.070 .....	27
2.2.5. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) .....	27
2.2.6. RESISTENCIA AL CORTE .....	28
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	30
2.4. HIPÓTESIS .....	34
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	34
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	34
2.5. VARIABLES.....	34
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	34
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	34
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	35
CAPÍTULO III .....	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.1.1. ENFOQUE .....	36
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	37
3.1.3. DISEÑO .....	37
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.2.1. POBLACIÓN .....	38
3.2.2. MUESTRA .....	39
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	40
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	40
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	53
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	53
CAPÍTULO IV .....	54
RESULTADOS.....	54
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	54
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .	62

CAPÍTULO V.....	69
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	69
CONCLUSIONES .....	72
RECOMENDACIONES .....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades mecánicas del mortero.....	24
Tabla 2 Descripción de las muestras .....	40
Tabla 3 Resultado de la resistencia al corte: morteros con 2 % de fibras de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	54
Tabla 4 Resultado de la resistencia al corte: morteros con 2,5 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	56
Tabla 5 Resultado de la resistencia al corte: morteros con 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	58
Tabla 6 Resultado de la resistencia al corte promedio: morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	60
Tabla 7 Prueba de normalidad resistencia al corte promedio: morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	62
Tabla 8 Prueba T Student de la resistencia al corte promedio: morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras de HDPE y morteros patrón .....	63
Tabla 9 Prueba de normalidad de la resistencia al corte: morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	64
Tabla 10 Prueba T Student de la resistencia al corte: morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	64
Tabla 11 Prueba de normalidad de la resistencia al corte: morteros con 2,5 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	65
Tabla 12 Prueba T Student de la resistencia al corte: morteros con 2,5 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	66
Tabla 13 Prueba de normalidad de la resistencia al corte: morteros con 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	67
Tabla 14 Prueba T Student de la resistencia al corte: morteros con 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Peso de las adiciones de fibras de HDPE 2 % .....	41
Figura 2 Peso de las adiciones de fibras de HDPE 2.5 % .....	41
Figura 3 Peso de las adiciones de fibras de HDPE 3 % .....	42
Figura 4 Pesaje del agregado fino para el diseño de mezcla .....	42
Figura 5 Pesaje del cemento tipo I para el diseño de mezcla del mortero....	43
Figura 6 Pesaje del agua para el diseño de mezcla del mortero .....	43
Figura 7 Adición del agregado fino y cemento .....	44
Figura 8 Adición del agregado fino y cemento con adiciones de fibras de HDPE el 2 %.....	44
Figura 9 Adición del agregado fino y cemento con adiciones de fibras de HDPE el 2.5 % .....	45
Figura 10 Adición del agregado fino y cemento con adiciones de fibras de HDPE el 3 %.....	45
Figura 11 Adición del agua en el diseño de mezcla para el mortero.....	46
Figura 12 Mojado de los ladrillos .....	46
Figura 13 Proceso de elaboración del asentado de ladrillo .....	47
Figura 14 La nivelación de los sentados de ladrillos.....	47
Figura 15 Población total de las muestras del sentado de ladrillos patrón y con adiciones con sus respectivos porcentajes .....	48
Figura 16Muestra poblacional.....	48
Figura 17 Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero (Patrón).....	49
Figura 18 Falla de corte de la adherencia del mortero patrón .....	49
Figura 19 Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 2 % de fibras de HDPE .....	50
Figura 20 Falla de corte de la adherencia del mortero con adición del 2 % de fibras de HDPE .....	50
Figura 21 Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 2.5 % de fibras de HDPE .....	51
Figura 22 Falla de corte de la adherencia del mortero con adición del 2.5 % de fibras de HDPE .....	51
Figura 23 Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del	

mortero con adición del 3 % de fibras de HDPE .....	52
Figura 24 Falla de corte de la adherencia del mortero con adición del 3 % de fibras de HDPE .....	52
Figura 25 Comparación de los morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón.....	55
Figura 26 Comparación de los morteros con 2,5 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón.....	57
Figura 27 Comparación de los morteros con 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	59
Figura 28 Comparación promedio de los morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón .....	61

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la incorporación de fibras en cruz de 1mm x 1mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla en Huánuco. Para ello, se empleó un enfoque cuantitativo, de tipo experimental y diseño completamente al azar, donde se prepararon y ensayaron muestras de mortero con distintos porcentajes de fibras de HDPE (2 %, 2.5 % y 3 %) en comparación con una muestra patrón sin fibras. Se realizó la medición de la resistencia al corte mediante pruebas de laboratorio, y los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente para determinar el impacto de la adición de fibras en la adherencia de los morteros.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la incorporación de fibras de HDPE en diferentes porcentajes influye significativamente en la adherencia de los morteros de concreto. Se observó un incremento en la resistencia al corte de las muestras con fibras en comparación con la muestra patrón, con un valor promedio de 11,87 kg/cm<sup>2</sup> al considerar todos los porcentajes de adición, frente a los 10,40 kg/cm<sup>2</sup> de las muestras sin fibras. El análisis estadístico mostró una diferencia significativa con una contrastación de ( $t = 28,98$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ), lo que confirma la influencia positiva de la incorporación de fibras en la adherencia del mortero utilizado para la unión de ladrillos sólidos de arcilla.

En conclusión, se puede afirmar que la incorporación de fibras de HDPE en cruz mejora la adherencia de los morteros de concreto, aumentando su resistencia al corte. Este efecto positivo es más notorio en porcentajes del 2,5 %, donde se alcanzó el mayor valor registrado (12,07 kg/cm<sup>2</sup>). Los resultados respaldan la viabilidad del uso de fibras de HDPE como refuerzo en morteros de unión para mejorar la resistencia y durabilidad de las estructuras de albañilería en la construcción.

**Palabras clave:** Adherencia, durabilidad, mortero, polietileno, resistencia al corte.

## ABSTRACT

The present research aimed to determine the influence of incorporating cross-arranged 1mm x 1mm high-density polyethylene (HDPE) fibers in different percentages relative to cement weight on the adhesion of concrete mortars used to bond solid clay bricks in Huánuco. A quantitative approach was applied, with an experimental study type and a completely randomized design. Mortar samples were prepared and tested with varying HDPE fiber percentages (2 %, 2.5 %, and 3 %) and compared against a control sample without fibers. Shear strength was measured through laboratory tests, and the collected data were statistically analyzed to assess the impact of fiber incorporation on mortar adhesion.

The results showed that adding HDPE fibers in different percentages significantly influences the adhesion of concrete mortars. An increase in shear strength was observed in fiber-reinforced samples compared to the control sample, with an average value of 11.87 kg/cm<sup>2</sup> across all fiber percentages, compared to 10.40 kg/cm<sup>2</sup> in samples without fibers. Statistical analysis revealed a significant difference, with a contrast test result of ( $t = 28.98$ ;  $p = 0.001 < 0.05$ ), confirming the positive effect of fiber incorporation on mortar adhesion for bonding solid clay bricks.

In conclusion, the inclusion of cross-arranged HDPE fibers enhances the adhesion of concrete mortars, improving their shear strength. This positive effect was most pronounced at a 2.5 % fiber content, where the highest recorded value (12.07 kg/cm<sup>2</sup>) was achieved. The findings support the feasibility of using HDPE fibers as reinforcement in bonding mortars to enhance the strength and durability of masonry structures in construction.

**Keywords:** Adhesion, durability, mortar, polyethylene, shear strength.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto nacional, el sector de la construcción en el Perú enfrenta el desafío de mejorar la calidad y durabilidad de los materiales utilizados en la albañilería, especialmente en regiones donde la infraestructura es vulnerable a factores ambientales y sísmicos. El uso de morteros de concreto para la unión de ladrillos sólidos de arcilla es una práctica común, pero su adherencia y resistencia pueden verse afectadas por diversas condiciones, lo que compromete la estabilidad estructural. Ante esta problemática, se han explorado diversas técnicas para mejorar las propiedades mecánicas de los morteros, entre ellas la incorporación de fibras sintéticas que permitan incrementar su desempeño sin afectar su trabajabilidad.

A nivel local, en Huánuco, la construcción con ladrillos de arcilla es ampliamente utilizada en viviendas y edificaciones, donde la resistencia de los morteros de unión juega un papel clave en la estabilidad estructural. Sin embargo, los morteros convencionales presentan limitaciones en su adherencia y resistencia al corte, lo que puede generar fallas prematuras en las estructuras. En este contexto, la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) en los morteros de concreto surge como una alternativa viable para mejorar sus propiedades mecánicas y garantizar una mayor durabilidad en las edificaciones.

Por ello, la presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla en Huánuco. A través de un enfoque experimental, se busca evaluar cómo la adición de estas fibras mejora la resistencia al corte del mortero, aportando evidencia científica que sustente su aplicación en el sector de la construcción local y nacional.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. ESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el escenario internacional, la industria de la construcción se encuentra en constante búsqueda de materiales y técnicas innovadoras que permitan mejorar el desempeño y la sostenibilidad de las estructuras. En este contexto, la incorporación de fibras en los morteros de concreto ha ganado relevancia debido a su potencial para reforzar la matriz cementicia y mejorar propiedades como la capacidad de adherencia (Prieto, 2023).

A nivel nacional, Perú, como muchos otros países en desarrollo, enfrenta desafíos significativos en la construcción de viviendas e infraestructura adecuada. La exploración de soluciones tecnológicas que mejoren la calidad y durabilidad de los materiales de construcción es crucial para satisfacer las crecientes demandas de una población en constante crecimiento (González y Ludeña, 2023).

En el ámbito regional de Huánuco, la construcción de viviendas y edificaciones seguras y resistentes es una prioridad fundamental. Sin embargo, los recursos y materiales disponibles pueden ser limitados o carecer de las características deseadas. En este sentido, la investigación y el desarrollo de morteros reforzados con fibras podrían representar una solución viable y accesible para mejorar la calidad de las construcciones en la región.

A nivel local, en la ciudad de Huánuco, la adherencia de los morteros utilizados para unir ladrillos de arcilla pueden ser un factor crítico en la integridad estructural de las edificaciones. La incorporación de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) en forma de cruz en los morteros de concreto podría mejorar estas propiedades y, en consecuencia, contribuir a la construcción de estructuras más duraderas y resistentes.

En este contexto, la presente investigación propone analizar la adherencia por el método de esfuerzo de la resistencia al corte de morteros

de concreto elaborados con la adición de fibras en cruz de 1mm x 1mm de polietileno de alta densidad (HDPE). Mediante un enfoque experimental, aplicado y de nivel explicativo, se evaluó cuatro grupos de muestras con diferentes porcentajes de fibras de HDPE (2 %, 2.5 %, 3 % y un grupo de control sin fibras) respecto al peso del cemento.

El objetivo principal de este estudio es determinar el efecto de la incorporación de estas fibras en la resistencia al corte del mortero, utilizando el ensayo de esfuerzo cortante empleado en la mecánica de materiales. Los resultados obtenidos brindaran información valiosa sobre la viabilidad y las propiedades mejoradas de estos morteros reforzados con fibras, lo cual puede tener implicaciones significativas en la construcción de viviendas y edificaciones más resistentes en la ciudad de Huánuco.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿Cómo influye la incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

PE1: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto?

PE2: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto?

PE3: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar la influencia de la incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto.

OE2: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto.

OE3: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto.

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

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Esta investigación tuvo una relevante justificación práctica, ya que sus resultados proporcionaron información valiosa sobre el efecto de la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) en forma de cruz en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla en la ciudad de Huánuco. Los hallazgos obtenidos permitieron determinar la viabilidad y las propiedades mejoradas de estos morteros reforzados con fibras, lo cual puede tener implicaciones significativas en la construcción de estructuras más resistentes y duraderas en la región.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Desde una perspectiva teórica, el estudio contribuyó a ampliar el conocimiento sobre el comportamiento y las características de los morteros de concreto reforzados con fibras de HDPE en forma de cruz. Los datos recopilados y analizados aportaron información valiosa sobre cómo la adición de estas fibras influyó en la adherencia del mortero, brindando así una mayor comprensión de los mecanismos y procesos involucrados en el refuerzo de matrices cementicios con fibras sintéticas.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Metodológicamente, esta investigación experimental, aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental - cuasi experimental, establece un marco de referencia sólido para futuros estudios relacionados con el desarrollo y evaluación de morteros de concreto reforzados con fibras. El diseño experimental, que contempla cuatro grupos con diferentes proporciones de fibras de HDPE (2 %, 2.5 %, 3 % y un grupo de control sin fibras), sentó las bases para la replicación y el desarrollo de investigaciones similares en otros contextos o con diferentes tipos de fibras.

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

Se enfrentó una limitación en cuanto a la disponibilidad local de las fibras de HDPE en forma de cruz con las dimensiones específicas de 1 mm x 1 mm. Estas fibras podrían no encontrarse fácilmente en el mercado de la región, lo que podría implicar la necesidad de importarlas o solicitarlas a proveedores especializados, lo cual podría generar retrasos o costos adicionales en el suministro de materiales.

Existe una limitación relacionada con el proceso de preparación de las muestras de mortero reforzado con fibras de HDPE. Asegurar una distribución homogénea de las fibras en la matriz cementicia representó un desafío, ya que una distribución irregular podría afectar los resultados de resistencia al

corte obtenidos. Fue necesario establecer protocolos estrictos de mezclado y compactación para minimizar esta limitación.

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

### **1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA**

Esta investigación contó con una sólida viabilidad teórica, ya que se sustenta en los principios y conocimientos establecidos en el campo de la ingeniería civil y la mecánica de materiales. Los conceptos relacionados con el comportamiento de los morteros de concreto reforzados con fibras, así como las técnicas de ensayo de esfuerzo cortante, se encuentran ampliamente respaldados por teorías y estudios previos.

Además, la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) en forma de cruz en los morteros de concreto representa una estrategia innovadora para mejorar la resistencia al corte, lo cual se fundamenta en los principios de refuerzo de matrices cementicias con fibras sintéticas. Esta investigación contribuyó a ampliar el conocimiento existente en esta área, brindando una base sólida para futuros avances y desarrollos.

### **1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA**

Desde una perspectiva económica, esta investigación contó con una viabilidad favorable. Los materiales requeridos, como el cemento, los ladrillos sólidos de arcilla y las fibras de HDPE, son relativamente accesibles y asequibles en el mercado local. Además, los costos asociados a la preparación de muestras y la realización de ensayos de resistencia al corte se encuentran dentro de un rango razonable.

Es importante destacar que la utilización de fibras de HDPE recicladas puede representar una opción aún más económica y sostenible, lo que puede contribuir a reducir los costos generales del proyecto. Además, los resultados obtenidos pueden tener implicaciones

económicas positivas a largo plazo, al brindar soluciones más resistentes y duraderas para la construcción de estructuras en la región.

### **1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL**

En cuanto a la viabilidad temporal, se previó que esta investigación pueda ser completada dentro de un plazo de tiempo razonable y acorde con los objetivos propuestos. El diseño experimental planteado, que contempla cuatro grupos con diferentes proporciones de fibras de HDPE, permitió una recolección y análisis de datos eficiente.

Además, la colaboración con instituciones o laboratorios especializados para el acceso a equipos de ensayo de resistencia al corte contribuyó a optimizar los tiempos de ejecución. Se estableció un cronograma detallado que contemple todas las etapas del proceso de investigación, desde la preparación de muestras hasta la presentación de resultados, asegurando así el cumplimiento de los plazos establecidos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Prieto (2023), en su tesis “Evaluación experimental de la resistencia a corte de muros de mampostería reforzados externamente con mortero y tejido de fique (fique TRM)”. Tuvo como objetivo evaluar experimentalmente el comportamiento a corte de muros de mampostería reforzados exteriormente con mortero y malla de fique (fique TRM). Se compararon el esfuerzo máximo a corte, el módulo de rigidez y el modo de falla de los muros reforzados con los muros sin ningún tipo de reforzamiento. Los resultados mostraron que los muros reforzados con fique TRM incrementaron su resistencia a corte entre un 22 % y un 39 % en comparación con los muros sin reforzamiento. El tipo de malla de fique y si el refuerzo se aplicó en una o ambas caras del muro no tuvieron un efecto significativo en la resistencia a corte. Además, los muros reforzados con fique TRM presentaron una falla progresiva, mientras que los muros sin reforzamiento experimentaron una falla frágil y súbita. En conclusión, el fique TRM es una técnica de reforzamiento efectiva para aumentar la resistencia a corte de muros de mampostería, representando una alternativa sostenible y de bajo costo para su reforzamiento.

González y Ludeña (2023), en su tesis de pregrado “Influencia de diferentes tipos de mortero en la resistencia y desarrollo de deformaciones elastoplásticas de las mamposterías”. Tuvieron como objetivo determinar la influencia de diferentes tipos de mortero en la resistencia y el desarrollo de deformaciones elastoplásticas de las mamposterías. Se determinó la resistencia adhesiva normal y tangencial de siete tipos de morteros utilizando modelos simplificados de mampostería, y se evaluó cómo estos morteros influyen en el

comportamiento tenso-deformacional de las mamposterías. Los resultados mostraron que la combinación del mortero base (Pegablok) con fibras de polipropileno (SikaFiber) y emulsión adhesiva (SikaTop 77) produjo el mayor incremento en la resistencia adhesiva normal y tangencial, así como en el desarrollo de deformaciones elastoplásticas. En conclusión, el tipo de mortero utilizado tiene un impacto significativo en la resistencia y el desarrollo de deformaciones elastoplásticas de las mamposterías, siendo la combinación de mortero base, fibras de polipropileno y emulsión adhesiva una alternativa viable para mejorar el rendimiento de las mamposterías.

Molina y Rodas (2023), en su tesis “Influencia de la superficie de contacto ladrillo–mortero y la resistencia del ladrillo en el desarrollo de las deformaciones elastoplásticas de la mampostería”. El objetivo principal fue analizar la influencia de la superficie de contacto entre ladrillo y mortero, así como la resistencia del ladrillo, en el desarrollo de las deformaciones elastoplásticas de la mampostería. Además, se evaluó el comportamiento de muros de mampostería confinados y no confinados bajo cargas axiales y de compresión, y se determinó la influencia de la rugosidad de la superficie del ladrillo en la adherencia con el mortero. Los resultados mostraron que la rugosidad de la superficie del ladrillo tiene un efecto significativo en la adherencia con el mortero, lo cual influye en el desarrollo de las deformaciones elastoplásticas de la mampostería. Asimismo, los muros de mampostería confinados presentaron un mejor comportamiento ante cargas axiales y de compresión en comparación con los muros no confinados. La resistencia del ladrillo también tuvo un impacto significativo en el comportamiento de la mampostería. En conclusión, la superficie de contacto entre ladrillo y mortero, junto con la resistencia del ladrillo, son factores cruciales que deben considerarse en el diseño de muros de mampostería, y el confinamiento de los muros puede mejorar su desempeño ante cargas axiales y de compresión.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Huillca y Medina (2023), en su tesis “Comparación de la influencia del mortero-A, mortero y mortero convencional en la evolución de la resistencia de muros portantes de ladrillo, Cusco, 2022”. Tuvieron como objetivo comparar la influencia de tres tipos de mortero en la evolución de la resistencia de muros portantes de ladrillo, evaluando específicamente la resistencia a la compresión de los muros construidos con cada tipo de mortero y analizando cómo esta resistencia evolucionó con el tiempo. Los resultados mostraron que el mortero-A proporcionó la mayor resistencia a la compresión a los muros de ladrillo, seguido del mortero - B y luego del mortero convencional. Además, se examinó la evolución de la resistencia de los muros a lo largo del tiempo, permitiendo identificar el comportamiento mecánico de cada tipo de mortero. En conclusión, el tipo de mortero utilizado tiene un impacto significativo en la resistencia de los muros portantes de ladrillo, destacando el mortero-A como una alternativa viable para mejorar dicha resistencia. El estudio de la evolución de la resistencia a la compresión a lo largo del tiempo proporciona una mejor comprensión del comportamiento mecánico de los muros de ladrillo.

Barba y Ordoñez (2022), en su tesis “Variación de la resistencia a la compresión en prismas de albañilería con mortero tradicional y mortero rapimix, Trujillo”. El objetivo fue evaluar la variación de la resistencia a la compresión en prismas de albañilería construidos con mortero tradicional y mortero rapimix, determinando la influencia de la edad de maduración en dicha resistencia y analizando el comportamiento de los prismas ante cargas de compresión. Los resultados mostraron que los prismas de albañilería con mortero rapimix alcanzaron una mayor resistencia a la compresión que aquellos con mortero tradicional a edades tempranas. Además, el análisis del comportamiento ante cargas de compresión reveló que ambos tipos de mortero presentaron un comportamiento similar en las etapas iniciales de carga, mientras que, en las etapas finales, los prismas con mortero

rapimix exhibieron una mayor ductilidad. En conclusión, el mortero rapimix se presenta como una alternativa viable al mortero tradicional para la construcción de prismas de albañilería, especialmente en proyectos que requieren un fraguado rápido y alta resistencia a la compresión a edades tempranas. La edad de maduración tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los prismas de albañilería.

Álvarez (2023), en su tesis "Utilización del mortero polimérico para optimizar la resistencia de muros de albañilería confinada en Nuevo Chimbote - 2022. Universidad Nacional del Santa". El objetivo fue evaluar las propiedades mecánicas de la albañilería confinada en Nuevo Chimbote, analizando el comportamiento de muros construidos con mortero polimérico y mortero convencional, y determinando la influencia del tipo de mortero en la resistencia a la compresión de estos muros. Los resultados mostraron que se evaluaron las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, incluyendo la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la absorción de agua. Se construyeron y ensayaron muros de albañilería confinada utilizando tanto mortero polimérico como mortero convencional, y se determinó la resistencia a la compresión de los muros con ambos tipos de mortero. En conclusión, el mortero polimérico mejora significativamente la resistencia a la compresión de los muros de albañilería confinada en comparación con el mortero convencional.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Barrantes (2023) en su investigación titulada "Las soluciones ácidas y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto hecho con fibras de polietileno de alta densidad, Huánuco 2023", tuvo como objetivo principal determinar el efecto de soluciones ácidas con pH 2, 3 y 4 sobre la resistencia a la compresión del concreto reforzado con fibras de polietileno de alta densidad, con un diseño cuasi experimental de enfoque cuantitativo y explicativo. Se trabajó con 60 muestras cilíndricas: 15 de control y 45 expuestas a las soluciones ácidas

mencionadas. Los resultados indicaron que las muestras expuestas a soluciones ácidas presentaron una resistencia media de 229,54 kg/cm<sup>2</sup>, inferior a la del grupo control que alcanzó una media de 257,26 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, el análisis estadístico ( $t = -1,832$ ;  $p = 0,088 > 0,05$ ) mostró que esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Se concluye que, aunque las soluciones ácidas generan una reducción en la resistencia a la compresión del concreto con fibras de polietileno de alta densidad, dicha variación no es significativa, por lo que este tipo de concreto mantiene un comportamiento estructural aceptable incluso bajo condiciones ácidas moderadas.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. MORTERO

El mortero es una mezcla homogénea de aglutinantes (como cemento, cal o yeso), agregados finos (arena) y agua, que puede incluir aditivos y adiciones para mejorar sus propiedades. Se utiliza principalmente para unir unidades de construcción (ladrillos, bloques, piedras) y para el revestimiento de superficies (Sanchez de Guzman, 2001).

#### Composición

Los materiales utilizados en la composición de mortero incluyen aglutinantes como el cemento Portland, la cal y el yeso. Estos aglutinantes se combinan con agregados finos como la arena, que proporciona volumen y relleno a la mezcla. El agua es esencial para la hidratación de los aglutinantes y la formación de la pasta que une los agregados. Además, se pueden agregar aditivos en pequeñas cantidades, como retardadores, aceleradores y plastificantes, así como adiciones en mayor cantidad, como cenizas volantes o escorias, que pueden alterar las propiedades del mortero (Solas y Giani, 2010).

#### Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas del mortero abarcan su capacidad

para resistir fuerzas de compresión, adherirse a las superficies de construcción, ser manipulado fácilmente, resistir a factores ambientales, como la humedad y el hielo, acomodar deformaciones sin fracturarse, y controlar la permeabilidad al agua. Estas características se ven influenciadas por factores como la proporción de ingredientes en la mezcla, la calidad de los materiales y la presencia de aditivos que pueden mejorar ciertas propiedades, como la flexibilidad y la durabilidad (AFAM, 2006).

**Tabla 1**  
*Propiedades mecánicas del mortero*

Propiedad	Valor máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )
Resistencia a la compresión	500 (Mortero de alta resistencia)
Módulo de elasticidad	1500
Módulo de rotura	300
Resistencia a la flexión	10
Ductilidad	2%
Densidad	2200
Porosidad	25%
Permeabilidad	10 <sup>-8</sup> (m <sup>2</sup> /s)
Retracción	0.5 (mm)
Adherencia	10

*Nota.* Propiedades mecánicas del mortero. Fuente: Valores recogidos del artículo científico (Priano et al., 2008).

## 2.2.2. MORTERO SEGÚN NORMA E.070

El mortero que se utilizó en esta investigación está compuesto por una mezcla de aglomerantes y agregado fino, a la cual se añadió la máxima cantidad de agua posible para obtener una mezcla trabajable, adhesiva y que no presente segregación del agregado. En la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se seguirán las indicaciones establecidas en las Normas Técnicas Peruanas (NTP) 399.607 y 399.610 (Norma E.070, 2019).

Los aglomerantes que se pueden emplear en el mortero incluyen Cemento Portland tipo I y II conforme a la NTP 334.009, y Cemento Adicionado IP según la NTP 334.830. Además, se puede utilizar una

mezcla de cemento Portland o cemento adicionado con cal hidratada normalizada, de acuerdo a la NTP 339.002. También se permitirá el uso de cualquier otro tipo de cemento, siempre que los ensayos de pilas y muretes demuestren que proporcionan resistencias superiores al 90 % de las obtenidas con cemento Portland tipo I o cemento adicionado IP (Norma E.070, 2019).

El agregado fino empleado será arena natural que deberá estar libre de materia orgánica y sales. Esta arena deberá cumplir con las características especificadas en norma E.070. Se aceptarán otras granulometrías, siempre que los ensayos de pilas y muretes demuestren que proporcionan resistencias superiores al 90 % de las obtenidas con la arena descrita en la norma antes mencionada. No se permitirá que más del 50 % de la arena quede retenida entre dos mallas consecutivas, y el módulo de finura deberá estar entre 1,60 y 2,50. Además, el porcentaje máximo de partículas quebradizas será del 1 % en peso y no se deberá emplear arena de mar (Norma E.070, 2019).

El agua utilizada en el mortero será potable y libre de sustancias perjudiciales, sales, ácidos, álcalis y materia orgánica. Para fines estructurales, los morteros se clasificarán en dos tipos: tipo P, utilizado en la construcción de muros portantes, y tipo NP, empleado en muros no portantes (Norma E.070, 2019).

### **2.2.3. LADRILLO MACIZO**

El ladrillo macizo hecho de arcilla es un bloque cerámico sólido y rectangular, generalmente utilizado en la construcción de muros y paredes. Está compuesto principalmente de arcilla, que es moldeada y luego cocida en un horno para obtener la resistencia y durabilidad necesarias (Muñoz et al., 2013).

#### **Composición**

La composición básica de un ladrillo de arcilla consiste principalmente en arcilla, agua y aditivos que pueden incluir arena,

ceniza volcánica u otros materiales para mejorar sus propiedades. La arcilla proporciona la plasticidad necesaria para moldear el ladrillo, mientras que los aditivos pueden influir en propiedades como la resistencia y la textura superficial (Collado, 2005).

### **Proceso de obtención**

El proceso de obtención de ladrillos comienza con la extracción de arcilla de yacimientos naturales a través de excavación. La arcilla extraída se limpia de impurezas y se mezcla con agua para formar una masa uniforme. Luego, esta masa se moldea en moldes con las formas y dimensiones deseadas para los ladrillos. Despues del moldeo, los ladrillos se secan al aire o en secaderos para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente, los ladrillos se colocan en hornos a temperaturas muy altas, generalmente entre 1000 y 1200 °C, durante un período de tiempo que puede variar desde horas hasta varios días, dependiendo del tipo y tamaño del horno utilizado. Una vez cocidos, los ladrillos se enfrian gradualmente antes de ser clasificados según su calidad y características (Jiménez, 2007).

### **Propiedades mecánicas**

Los ladrillos de arcilla exhiben diversas propiedades mecánicas. Tienen una resistencia a la compresión adecuada, lo que los hace idóneos para soportar cargas verticales en estructuras. Además, son duraderos cuando están bien cocidos, lo que les permite resistir condiciones climáticas adversas. También ofrecen un buen aislamiento térmico, ayudando a regular la temperatura interior de los edificios. Su porosidad controlada permite una transpiración efectiva, evitando la acumulación de humedad en las paredes. Además, la variabilidad en color y textura, determinada por la composición de la arcilla y el proceso de fabricación, proporciona una amplia gama de opciones estéticas en la construcción (De Garmo et al., 2019).

#### **2.2.4. LADRILLO SEGÚN LA NORMA E.070**

Se define como ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permiten su manipulación con una sola mano. En cambio, se conoce como bloque a la unidad que, debido a sus dimensiones y peso, requiere ser manipulada con ambas manos. Las unidades de albañilería contempladas por la norma E.070 incluyen tanto ladrillos como bloques, los cuales pueden estar elaborados con arcilla, sílice-cal o concreto como materiales principales (Norma E.070, 2019).

Estas unidades de albañilería pueden presentarse en diversas formas, como sólidas, huecas o tubulares, y su fabricación puede ser tanto artesanal como industrial. En particular, las unidades de albañilería de concreto deben ser utilizadas únicamente después de haber alcanzado la resistencia especificada y asegurado su estabilidad volumétrica. Para aquellas unidades que se curan con agua, es necesario esperar un plazo mínimo de 28 días antes de que puedan ser empleadas en la construcción (Norma E.070, 2019).

#### **2.2.5. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)**

El polietileno de alta densidad (HDPE) es un polímero termoplástico que se obtiene mediante la polimerización del etileno a alta presión y temperatura. Es conocido por su estructura molecular lineal y su alta densidad en comparación con otros tipos de polietileno, lo que le confiere propiedades específicas (Billmeyer, 2020).

##### **Composición**

El HDPE está compuesto principalmente de unidades repetitivas de etileno ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ), que se unen mediante enlaces covalentes durante el proceso de polimerización. Estas cadenas de polímero lineales tienen una alta densidad de ramificaciones laterales, lo que contribuye a su estructura compacta y su resistencia (Gutierrez, 2019).

## **Propiedades físicas y químicas**

El HDPE se distingue por su alta densidad, lo que le otorga una mayor rigidez y resistencia en comparación con otros tipos de polietileno. Además, muestra una notable resistencia química, siendo capaz de soportar ácidos, bases y solventes orgánicos, lo que lo hace ideal para aplicaciones que demandan esta propiedad. También exhibe una excelente resistencia al impacto, lo que lo convierte en una elección acertada para aplicaciones donde la durabilidad y la capacidad para resistir golpes son primordiales. Su baja absorción de agua lo hace adecuado para entornos húmedos o en contacto directo con líquidos. Además, es dimensionalmente estable, conservando su forma y tamaño frente a diversas condiciones ambientales. Su resistencia a la abrasión y a la corrosión es notable, gracias a sus propiedades químicas y estructurales. Por último, su reciclabilidad lo convierte en una opción sostenible y ampliamente utilizada en aplicaciones que buscan materiales respetuosos con el medio ambiente (Seymour y Carraher, 1995).

## **Aplicaciones**

El HDPE se emplea en diversos campos, tales como envases para alimentos y bebidas, contenedores para productos químicos, sistemas de tuberías para agua y gas, geomembranas impermeabilizantes, envases y juguetes de consumo, componentes de muebles y utensilios de cocina, así como equipamiento deportivo y recreativo (Osswald, 2015).

### **2.2.6. RESISTENCIA AL CORTE**

La resistencia al corte es una propiedad mecánica que describe la capacidad de un material para resistir fuerzas que actúan en direcciones opuestas pero adyacentes, lo que tiende a causar un deslizamiento relativo entre las partes del material. Esta resistencia es fundamental para determinar la estabilidad y la integridad estructural de muchos

materiales, especialmente en aplicaciones donde se espera que el material sea sometido a fuerzas de corte significativas (Jaramillo, 2017).

### **Mecanismos de deformación**

Los materiales pueden deformarse bajo la aplicación de una fuerza de corte a través de varios mecanismos, como el deslizamiento de planos cristalinos, la rotación de granos, la fractura o la plasticidad. Estos mecanismos varían según el tipo de material y su estructura interna (Romero, 2002).

### **Comportamiento plástico**

Para materiales que exhiben comportamiento plástico, la resistencia al corte está asociada con la capacidad del material para deformarse permanentemente bajo cargas de corte. La resistencia a la corte plástica puede depender de factores como la estructura cristalina, la presencia de defectos y la temperatura (Pino et al., 2018).

### **Proceso de ensayo**

El proceso del ensayo para determinar la resistencia al corte en especímenes con junta consiste en colocar el espécimen (como un murete o bloque con junta horizontal definida) en una máquina de ensayo equipada para aplicar carga de corte; primero se mide el largo y espesor de la junta para calcular el área de corte, luego se aplica una carga horizontal de manera controlada hasta alcanzar la falla por deslizamiento en la junta, registrando la carga máxima de rotura ( $P_{\max}$ ); finalmente, se calcula la resistencia al corte dividiendo dicha carga entre el área de corte, obtenida como el producto del largo por el espesor de la junta (Norma E.060, 2019).

Cuando se evalúa la resistencia al corte en un espécimen con junta definida (como muretes o bloques), se usa la siguiente expresión:

$$T = P_{\max}/A$$

Donde:

$T$  = Resistencia al corte ( $\text{kg}/\text{cm}^2$  o  $\text{MPa}$ )

$P_{\max}$  = Carga máxima aplicada antes de la falla ( $\text{kg}$  o  $\text{N}$ )

$A$  = Área de corte de la junta ( $\text{cm}^2$  o  $\text{mm}^2$ )

Y el área de corte se calcula como:

$$A = L \times e$$

Donde:

$L$  = largo efectivo de la junta (cm)

$e$  = espesor efectivo de la junta (cm)

Así, la fórmula completa queda:

$$T = P_{\max} / L \cdot e$$

Esta fórmula es útil para evaluar de forma directa la resistencia al corte entre unidades de un elemento estructural, especialmente cuando se simula el comportamiento de juntas en muros de adobe, tapial o albañilería.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Ácidos:** Los ácidos son sustancias químicas que se caracterizan por su capacidad para donar protones (iones de hidrógeno,  $H^+$ ) en una solución acuosa. Tienen un sabor agrio y pueden ser corrosivos. En la construcción, los ácidos pueden afectar negativamente la durabilidad de los materiales, especialmente en ambientes húmedos o en contacto con agua de lluvia ácida. Es fundamental considerar la resistencia de los materiales constructivos a la acción de los ácidos para asegurar la longevidad de las estructuras (Ondarse, 2020).

**Aditivos:** Los aditivos son compuestos que se añaden a las mezclas de construcción, como el concreto y el mortero, para modificar sus propiedades

y mejorar su desempeño. Pueden mejorar la trabajabilidad, durabilidad y resistencia de la mezcla, adaptándola a condiciones específicas del proyecto. Los aditivos permiten personalizar las características del material de construcción para satisfacer necesidades particulares, garantizando así un mejor resultado en la obra (Umiri, 2020).

**Aditivos Retardadores:** Los aditivos retardadores son aquellos que se añaden a las mezclas de construcción para ralentizar el tiempo de fraguado del cemento. Esto es especialmente útil en climas cálidos o cuando se requiere un tiempo prolongado para el transporte y la colocación del concreto. Al permitir un mayor tiempo de trabajo antes de que la mezcla comience a endurecerse, los retardadores aseguran una mejor calidad y acabado de la estructura final (Umiri, 2020).

**Aditivos Aceleradores:** Los aditivos aceleradores son sustancias que se incorporan a las mezclas de construcción para acelerar el tiempo de fraguado del cemento. Estos aditivos son útiles en climas fríos o cuando se necesita que la estructura adquiera rápidamente resistencia suficiente para soportar cargas. Al reducir el tiempo de fraguado, los aceleradores permiten una construcción más rápida y eficiente, contribuyendo a cumplir con plazos ajustados sin comprometer la calidad (Silva, 2020).

**Aditivos Plastificantes:** Los aditivos plastificantes son compuestos que se añaden a las mezclas de construcción para mejorar su trabajabilidad sin aumentar la cantidad de agua. Estos aditivos permiten que la mezcla fluya y se compacte con mayor facilidad, resultando en un material más denso y resistente. Los plastificantes ayudan a mejorar la calidad del concreto o mortero, asegurando una mejor colocación y acabado final (Silva, 2020).

**Agua:** El agua es un componente esencial en las mezclas de construcción, como el concreto y el mortero. Actúa como un agente reactivo que permite la hidratación del cemento, iniciando el proceso de fraguado y endurecimiento. Además, el agua proporciona la trabajabilidad necesaria para la colocación y compactación de la mezcla. Es crucial que el agua utilizada

sea potable y libre de impurezas para evitar efectos negativos en la resistencia y durabilidad del material (Morales, 2020).

**Cal:** La cal es un material aglomerante que se obtiene de la calcinación de rocas calizas. Se utiliza en la construcción para mejorar la trabajabilidad, plasticidad y adherencia de las mezclas de mortero. Además, la cal contribuye a la durabilidad de las construcciones al proporcionar propiedades antimicrobianas y mejorar la resistencia a la humedad. Su uso adecuado en la mezcla garantiza estructuras más robustas y longevas (Morales, 2020).

**Cemento:** El cemento es un aglomerante hidráulico que, al mezclarse con agua, forma una pasta que se endurece y se convierte en un material resistente y duradero. Es un componente fundamental en la fabricación de concreto y mortero, proporcionando la resistencia necesaria para soportar cargas estructurales. La calidad y tipo de cemento utilizado influye significativamente en las propiedades finales del material de construcción (Morales, 2020).

**Mezcla:** La mezcla es la combinación de aglomerantes, agregados y agua, con o sin aditivos, que se utiliza en la construcción para formar concreto o mortero. La proporción y calidad de los componentes de la mezcla determinan sus propiedades físicas y mecánicas, así como su durabilidad y resistencia. Una correcta dosificación y mezcla aseguran que el material cumpla con los requisitos específicos del proyecto (Osorio, 2020).

**Sales:** Las sales son compuestos químicos que pueden estar presentes en los materiales de construcción y el agua utilizada en la mezcla. Su presencia puede ser perjudicial, ya que pueden provocar eflorescencias y afectar la integridad estructural del concreto o mortero. Es esencial controlar y minimizar la presencia de sales en los materiales para asegurar la durabilidad y estabilidad de las construcciones (Osorio, 2020).

**Segregación del Agregado:** La segregación del agregado se refiere a la separación de los componentes de la mezcla, donde los agregados tienden a asentarse y el cemento y el agua suben a la superficie. Este fenómeno puede comprometer la homogeneidad y resistencia del material, resultando

en una estructura débil y defectuosa. Prevenir la segregación es crucial para mantener la calidad y uniformidad de la mezcla, asegurando una construcción sólida y duradera (ACEROS AREQUIPA, 2020).

**Yeso:** El yeso es un material aglomerante que se obtiene de la calcinación de la piedra de yeso. Se utiliza ampliamente en la construcción para acabados interiores y en la elaboración de moldes y elementos decorativos. El yeso proporciona una superficie lisa y estética, además de ser un excelente regulador de humedad en interiores. Su correcta aplicación contribuye a la calidad visual y funcional de los espacios construidos (Morales, 2020).

**Esfuerzo tangencial ( $\tau$ ):** Es la fuerza por unidad de área que actúa paralelamente a la superficie de un cuerpo o material. En el caso de los suelos, este esfuerzo provoca el deslizamiento de una masa de suelo sobre otra (Pino et al., 2018).

**Cohesión (c):** Es la componente de la resistencia al corte que representa la atracción interna entre las partículas del suelo, independiente del esfuerzo normal. Es especialmente relevante en suelos finos como las arcillas (Pino et al., 2018).

**Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ):** Es el ángulo que representa la capacidad de un suelo granular (como arena o grava) para resistir el deslizamiento debido a la fricción entre partículas. Se obtiene a partir del ensayo y refleja el comportamiento del suelo frente a esfuerzos de corte (Romero, 2002).

**La fibra sintética:** Es un material filamento elaborado mediante procesos químicos a partir de compuestos derivados del petróleo, como los polímeros. A diferencia de las fibras naturales que se obtienen directamente de fuentes animales, vegetales o minerales, las fibras sintéticas se producen en laboratorios o industrias mediante la polimerización de monómeros, dando lugar a estructuras largas, resistentes y versátiles. Entre las más conocidas se encuentran el poliéster, el nylon, el polipropileno y el acrílico. Estas fibras

son ampliamente utilizadas en la industria textil, en ingeniería de materiales y en la construcción, debido a su durabilidad (Billmeyer, 2020).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

HG: La incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento influye significativamente positivo en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

HE1: La incorporación de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

HE2: La incorporación de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

HE3: La incorporación de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Adherencia del mortero.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Incorporación de fibras en cruz de HDPE.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Incorporación de fibras en cruz de HDPE.	La adición de fibras en cruz de polietileno de alta densidad (HDPE) en los morteros de concreto se refiere a la incorporación de estas fibras sintéticas de forma cruzada con dimensiones de 1 mm x 1 mm en la mezcla del mortero (Billmeyer, 2020).	Cantidad de fibras de HDPE en cruz añadidas al mortero, medida en porcentaje respecto al peso del cemento.	Porcentaje de fibras HDPE	- 2 % de fibras HDPE - 2.5 % de fibras HDPE - 3 % de fibras HDPE - 0 % (control)	Ficha laboratorio de ensayo.	de La escala empleada es escalar o de razón.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Adherencia del mortero.	La adherencia del mortero se refiere a la capacidad de este material para adherirse y unir firmemente dos elementos de construcción, como ladrillos sólidos de arcilla, manteniendo una unión resistente y duradera (Jaramillo, 2017).	Evaluación del comportamiento del mortero con distintas proporciones de fibras HDPE en pruebas de esfuerzo cortante.	Adherencia del mortero	Resultado del ensayo de esfuerzo cortante (MPa)		

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación aplicada es un tipo de investigación cuyo objetivo principal es resolver problemas prácticos y concretos mediante la aplicación de teorías, conocimientos y técnicas científicas. A diferencia de la investigación básica, que se centra en expandir el conocimiento teórico sin un fin inmediato de aplicación práctica, la investigación aplicada busca generar soluciones tangibles y beneficios directos para la sociedad, la industria, la tecnología, y otras áreas (Cegarra, 2012).

Desde el enfoque de una investigación aplicada, se buscó mejorar la resistencia al corte de los morteros de concreto mediante la incorporación de fibras en cruz de HDPE. Mis hallazgos tendrán implicaciones directas en el ámbito de la construcción y la ingeniería civil, ya que se puede conducir al desarrollo de morteros más resistentes y duraderos, lo que a su vez podría traducirse en estructuras más seguras y eficientes.

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

La investigación con enfoque cuantitativo es una metodología científica que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para identificar patrones, establecer relaciones y probar hipótesis. Este enfoque utiliza herramientas estadísticas y matemáticas para cuantificar variables y determinar la magnitud de los fenómenos estudiados. La investigación cuantitativa es objetiva y sistemática, y su principal fortaleza radica en la capacidad de generalizar los resultados obtenidos a una población más amplia mediante el uso de muestras representativas y técnicas de inferencia estadística (Hernández, 2018).

Desde el enfoque de una investigación cuantitativa, se realizó un análisis exhaustivo de los datos numéricos obtenidos durante el proceso experimental. Se evaluó de manera objetiva y sistemática la relación

entre la adición de fibras en cruz de polietileno de alta densidad (HDPE) y la adherencia del mortero de concreto.

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

El nivel de investigación explicativa es aquel que tiene como objetivo principal determinar las causas y efectos de los fenómenos estudiados. Esta investigación va más allá de la simple descripción o correlación de variables; busca comprender los mecanismos y procesos subyacentes que explican por qué y cómo ocurren ciertos eventos. La investigación explicativa se centra en el establecimiento de relaciones causales, utilizando diseños metodológicos rigurosos que permitan aislar y controlar variables, para así identificar y medir el impacto de unas variables sobre otras (Hernández, 2018).

Desde el enfoque de una investigación de nivel explicativo, mi objetivo es identificar y comprender las causas subyacentes que determinan la relación entre la adición de fibras en cruz de HDPE y la adherencia del mortero. Mediante el análisis detallado de los datos recopilados, se buscó establecer relaciones causales y explicar los mecanismos y procesos que influyen en la resistencia al corte de los morteros reforzados con fibras.

### **3.1.3. DISEÑO**

El diseño experimental - cuasi experimental es un tipo de diseño de investigación que, aunque se asemeja al diseño experimental en su intento de establecer relaciones causales, no utiliza la asignación aleatoria de los sujetos a los grupos de estudio. En lugar de ello, se trabaja con grupos preexistentes o se aplica un tratamiento a un grupo específico, comparando los resultados con un grupo control. Este diseño es útil en situaciones donde la aleatorización no es posible (Hernández, 2018).

Desde el enfoque de un diseño experimental - cuasi experimental, dividí mi muestra en cuatro grupos, cada uno con quince muestras de

mortero. El primer grupo tuvo una adición del 2 % de fibras de HDPE con respecto al peso del cemento, el segundo grupo tuvo una adición del 2,5 %, el tercer grupo tuvo una adición del 3 %, y el cuarto grupo fue el grupo de control sin adición de fibras. Apliqué un muestreo no probabilístico para seleccionar las muestras. Realice pruebas de esfuerzo cortante en cada grupo para evaluar la adherencia del mortero y comparar los resultados entre los diferentes niveles de adición de fibras y el grupo de control.

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

Donde:

NA: No aleatorio

GR1, GR2 y GR3: Muestras formado por morteros con la adición de fibras de HDPE en un 2 %, 2,5 % y 3 % respecto al peso del cemento.

GR4: Muestras sin adición de fibras de HDPE.

X1, X2 y X3: Intervención de la variable independiente (Incorporación de fibras de HDPE en un 2 %, 2,5 % y 3 % respecto al peso del cemento).

R1, R2 y R3: Resultados del ensayo de adherencia del mortero con adición de fibras de HDPE en un 2 %, 2,5 % y 3 % respecto al peso del cemento.

R4: Resultados del ensayo de adherencia de las muestras sin adición de fibras de HDPE.

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población en el contexto de la investigación científica se refiere al conjunto completo de individuos, objetos, eventos o elementos que poseen alguna característica común y que son de interés para un estudio

particular. La población representa el universo del cual se desea obtener información y sobre el cual se pretende generalizar los resultados de la investigación. Comprender la población es crucial, ya que define el ámbito y alcance del estudio, permitiendo al investigador establecer criterios claros para la selección de muestras y la aplicación de métodos estadísticos que aseguren la validez y confiabilidad de las conclusiones obtenidas (Gomez y Gomez, 2019).

La población está conformada por todos los morteros de concreto utilizados para la unión de ladrillos sólidos de arcilla en trabajos de albañilería en la ciudad de Huánuco, específicamente aquellos aplicados en edificaciones que emplean mezclas convencionales de cemento, arena y agua.

### **3.2.2. MUESTRA**

Una muestra no probabilística es un tipo de muestra en la cual los elementos son seleccionados basándose en criterios subjetivos y no al azar, lo que significa que no todos los miembros de la población tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra. Este tipo de muestreo se utiliza a menudo en estudios exploratorios, cualitativos o cuando no es posible o práctico realizar un muestreo probabilístico. Aunque puede limitar la capacidad de generalizar los resultados a toda la población, la muestra no probabilística permite al investigador obtener información específica y detallada de un subgrupo particular, facilitando la exploración profunda de fenómenos y el desarrollo de hipótesis iniciales (Gomez y Gomez, 2019).

Se formo cuatro grupos, cada uno compuesto por 15 muestras. El primer grupo estuvo formado por morteros con la adición de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento. El segundo grupo incluyo morteros con una adición de fibras de HDPE en un 2.5 %. El tercer grupo contuvo morteros con una adición de fibras de HDPE en un 3 %. El cuarto grupo sirvió como control y estuvo compuesto por morteros sin la adición de fibras de HDPE.

**Tabla 2***Descripción de las muestras*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad de La muestra</b>
Ladrillo con mortero convencional	15
Ladrillo con mortero adicionado 2 % de fibras de HDPE.	15
Ladrillo con mortero adicionado 2.5 % de fibras de HDPE.	15
Ladrillo con mortero adicionado 3 % de fibras de HDPE.	15
<b>TOTAL=</b>	<b>60</b>

*Nota: Polietileno de Alta Densidad (HDPE)*

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

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se aplicó la técnica de observación directa estructurada, utilizando como instrumentos una prensa hidráulica para los ensayos de corte, una balanza electrónica de precisión para la dosificación de materiales y fichas de registro para anotar los resultados. El procedimiento se basó en la norma ASTM C952 – 02, que establece los lineamientos para evaluar la resistencia al corte por adherencia del mortero en elementos de albañilería, garantizando la confiabilidad y validez de los datos obtenidos. Se preparó morteros incorporando fibras de HDPE en forma de cruz de 1 mm x 1 mm en diferentes proporciones respecto al peso del cemento, específicamente 2 %, 2.5 % y 3 %, junto con una muestra patrón sin fibras. Para cada proporción, se elaboraron 15 muestras de mortero, las cuales fueron sometidas a pruebas de resistencia al corte para evaluar su adherencia en la unión de ladrillos sólidos de arcilla. Todas las muestras fueron identificadas y se documentó con fotografías asegurando una mejor comprensión.

**Figura 1**

Peso de las adiciones de fibras de HDPE 2 %



**Figura 2**

Peso de las adiciones de fibras de HDPE 2.5 %



**Figura 3**

Peso de las adiciones de fibras de HDPE 3 %



**Figura 4**

Pesaje del agregado fino para el diseño de mezcla



**Figura 5**

Pesaje del cemento tipo I para el diseño de mezcla del mortero



**Figura 6**

Pesaje del agua para el diseño de mezcla del mortero



**Figura 7**

*Adición del agregado fino y cemento*



**Figura 8**

*Adición del agregado fino y cemento con adiciones de fibras de HDPE el 2 %*



**Figura 9**

*Adición del agregado fino y cemento con adiciones de fibras de HDPE el 2.5 %*



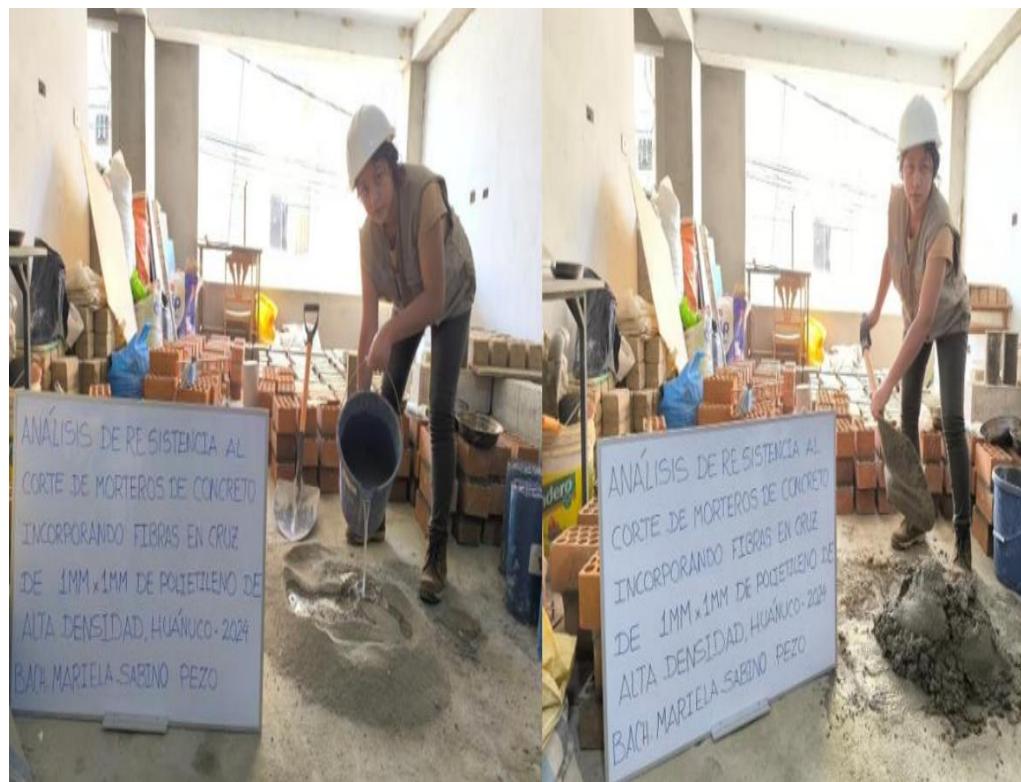
**Figura 10**

*Adición del agregado fino y cemento con adiciones de fibras de HDPE el 3 %*



**Figura 11**

*Adición del agua en el diseño de mezcla para el mortero*



**Figura 12**

*Mojado de los ladrillos*



**Figura 13**

*Proceso de elaboración del asentado de ladrillo*



**Figura 14**

*La nivelación de los sentados de ladrillos*



**Figura 15**

Población total de las muestras del sentado de ladrillos patrón y con adiciones con sus respectivos porcentajes



**Figura 16 Muestra poblacional**



**Figura 17**

*Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero (Patrón)*



**Figura 18**

*Falla de corte de la adherencia del mortero patrón*



**Figura 19**

*Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 2 % de fibras de HDPE*



**Figura 20**

*Falla de corte de la adherencia del mortero con adición del 2 % de fibras de HDPE*



**Figura 21**

*Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 2.5 % de fibras de HDPE*



**Figura 22**

*Falla de corte de la adherencia del mortero con adición del 2.5 % de fibras de HDPE*



**Figura 23**

*Ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 3 % de fibras de HDPE*



**Figura 24**

*Falla de corte de la adherencia del mortero con adición del 3 % de fibras de HDPE*



### **3.3.1.1. INSTRUMENTOS**

En esta investigación se utilizaron instrumentos de medición como formatos adecuados para el registro de datos observables el cual se basa en representar verdaderamente los conceptos o las variables que se desea investigar (Hernandez Sampieri et al., 2018).

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Formato para el cálculo del ladrillo y mortero
- Formato para el ensayo de resistencia al corte
- Documentación de fotografías.

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

Se han empleado tablas y gráficos de frecuencias para presentar los datos de resistencia al corte de los morteros de concreto, tanto sin adición de polietileno de alta densidad, con el objetivo de facilitar su interpretación. Estos recursos permiten organizar los valores de resistencia de forma clara, visualizando la distribución de los datos y permitiendo identificar fácilmente posibles valores atípicos y tendencias. Las representaciones fueron generadas con el software Microsoft Excel, una herramienta eficiente para la creación y edición de tablas y gráficos, lo que simplificó el análisis de los datos obtenidos.

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

El software estadístico SPSS versión 25 se ha utilizado para analizar e interpretar los resultados de resistencia al corte de los morteros de concreto con diferentes porcentajes de adición de polietileno de alta densidad. Este análisis permitió verificar o refutar las hipótesis planteadas a través de la aplicación de técnicas de estadística inferencial.

## 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 3

Resultado de la resistencia al corte: morteros con 2 % de fibras de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón

Muestras	Resistencia al corte para los morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia al corte para los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1-P	11,70 kg/cm <sup>2</sup>	10,39 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	11,52 kg/cm <sup>2</sup>	10,23 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	11,65 kg/cm <sup>2</sup>	10,35 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	11,56 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	11,78 kg/cm <sup>2</sup>	10,49 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	11,64 kg/cm <sup>2</sup>	10,31 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	11,72 kg/cm <sup>2</sup>	10,42 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	11,52 kg/cm <sup>2</sup>	10,18 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	11,66 kg/cm <sup>2</sup>	10,34 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	11,90 kg/cm <sup>2</sup>	10,50 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	11,68 kg/cm <sup>2</sup>	10,40 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	11,58 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	11,98 kg/cm <sup>2</sup>	10,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	11,82 kg/cm <sup>2</sup>	10,48 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	11,98 kg/cm <sup>2</sup>	10,65 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>11,71 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>10,40 kg/cm<sup>2</sup></b>

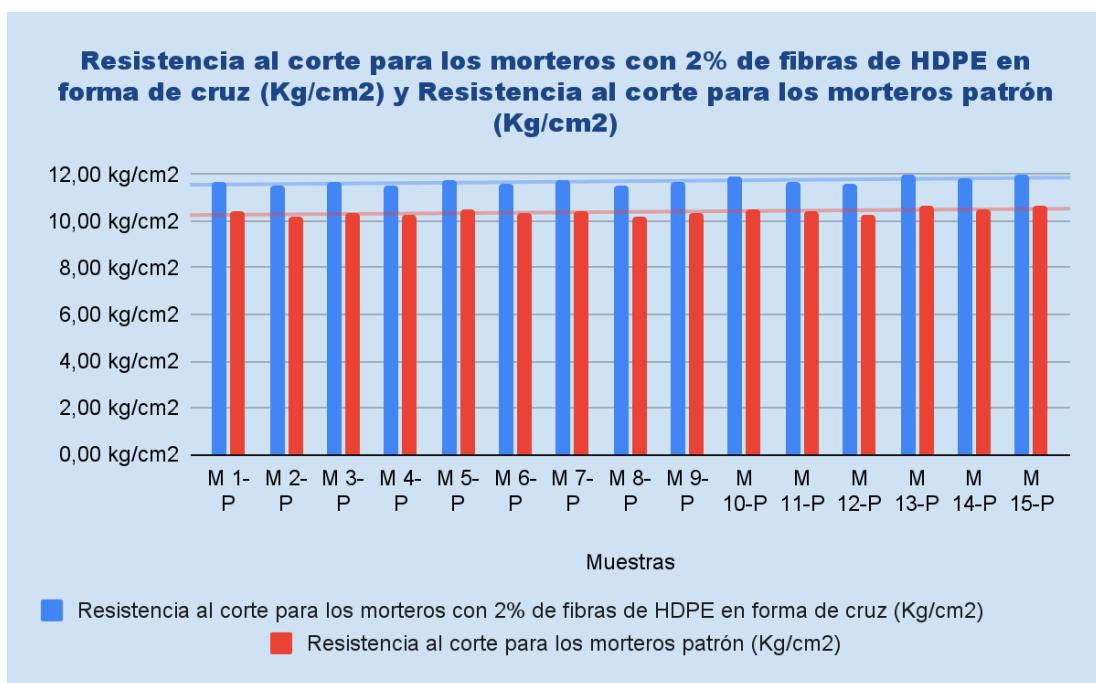
#### Interpretación:

La tabla compara la resistencia al corte de morteros con un 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón, expresada en kg/cm<sup>2</sup>. En general, se observa que los morteros con fibras de HDPE presentan una mayor resistencia al corte en comparación con los morteros patrón, con una

media de 11,71 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros con fibras y 10,40 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros patrón. Esto indica que la adición de fibras de HDPE mejora la resistencia al corte. Todas las muestras de morteros con fibras superan consistentemente a sus correspondientes morteros patrón, lo que confirma que la incorporación de fibras de HDPE en forma de cruz tiene un efecto positivo en la resistencia al corte de los morteros.

**Figura 25**

*Comparación de los morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*



### Interpretación:

La figura muestra la comparación de la resistencia al corte entre morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón, evidenciando una mejora significativa en la resistencia con la adición de fibras. Se observa que, en todas las muestras, los valores de resistencia al corte de los morteros con HDPE (barras azules) son superiores a los de los morteros patrón (barras rojas). El valor más alto registrado para los morteros con 2 % de HDPE es de 11,98 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo para los morteros patrón es de 10,68 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica un incremento en la resistencia al corte debido a la incorporación de fibras de HDPE, reforzando su efectividad en la mejora del desempeño mecánico del mortero.

**Tabla 4**

*Resultado de la resistencia al corte: morteros con 2,5 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

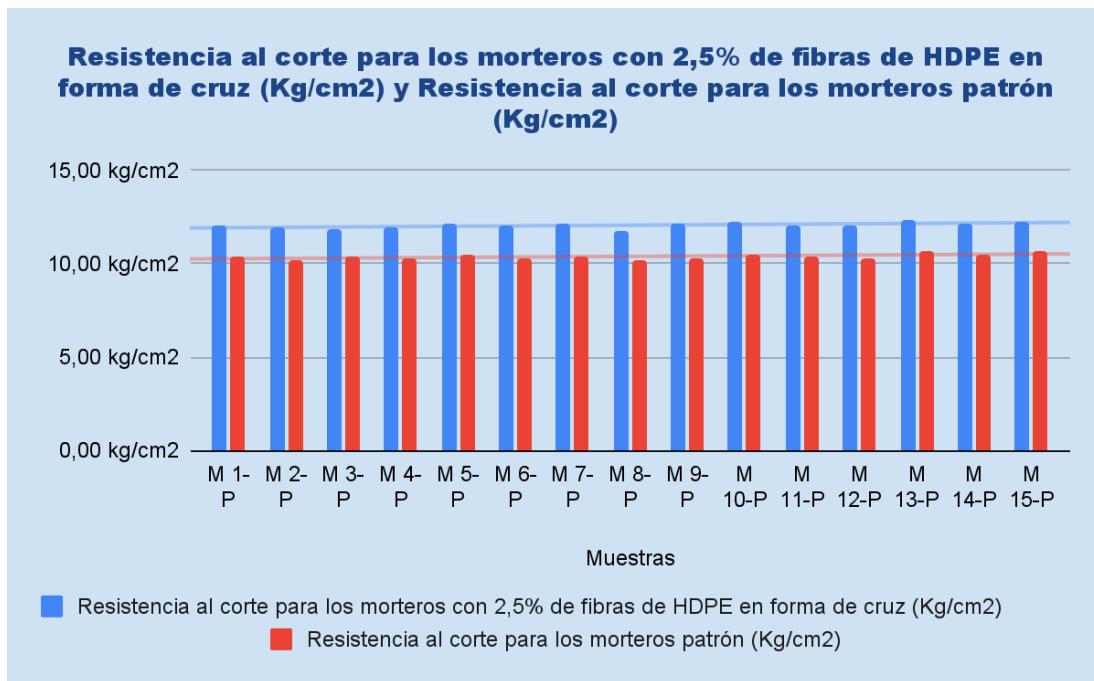
Muestras	Resistencia al corte para los morteros con 2,5 % de fibras de HDPE en forma de cruz (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia al corte para los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1-P	12,04 kg/cm <sup>2</sup>	10,39 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	11,96 kg/cm <sup>2</sup>	10,23 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	11,87 kg/cm <sup>2</sup>	10,35 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	11,91 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	12,18 kg/cm <sup>2</sup>	10,49 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	12,03 kg/cm <sup>2</sup>	10,31 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	12,13 kg/cm <sup>2</sup>	10,42 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	11,79 kg/cm <sup>2</sup>	10,18 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	12,11 kg/cm <sup>2</sup>	10,34 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	12,21 kg/cm <sup>2</sup>	10,50 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	12,08 kg/cm <sup>2</sup>	10,40 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	12,02 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	12,30 kg/cm <sup>2</sup>	10,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	12,13 kg/cm <sup>2</sup>	10,48 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	12,28 kg/cm <sup>2</sup>	10,65 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>12,07 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>10,40 kg/cm<sup>2</sup></b>

### **Interpretación:**

La tabla compara la resistencia al corte de morteros con un 2,5 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón, expresada en kg/cm<sup>2</sup>. En general, se observa que los morteros con fibras de HDPE presentan una mayor resistencia al corte en comparación con los morteros patrón, con una media de 12,07 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros con fibras y 10,40 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros patrón. Esto indica que la adición de un 2,5 % de fibras de HDPE mejora la resistencia al corte en promedio. Todas las muestras de morteros con fibras superan consistentemente a sus correspondientes morteros patrón, lo que confirma que la incorporación de fibras de HDPE en forma de cruz tiene un efecto positivo en la resistencia al corte de los morteros.

**Figura 26**

Comparación de los morteros con 2,5 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón



### Interpretación:

La figura presenta la comparación de la resistencia al corte entre morteros con 2,5 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón, mostrando un aumento significativo en la resistencia al corte con la incorporación de fibras. Se observa que los valores de resistencia al corte de los morteros con HDPE (barras azules) son consistentemente mayores en comparación con los morteros patrón (barras rojas). El valor más alto registrado para los morteros con 2,5 % de HDPE es de 12,30 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo para los morteros patrón es de 10,68 kg/cm<sup>2</sup>, lo que evidencia que la adición de fibras de HDPE contribuye a mejorar el comportamiento mecánico del mortero, incrementando su capacidad de resistencia al corte.

**Tabla 5**

*Resultado de la resistencia al corte: morteros con 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

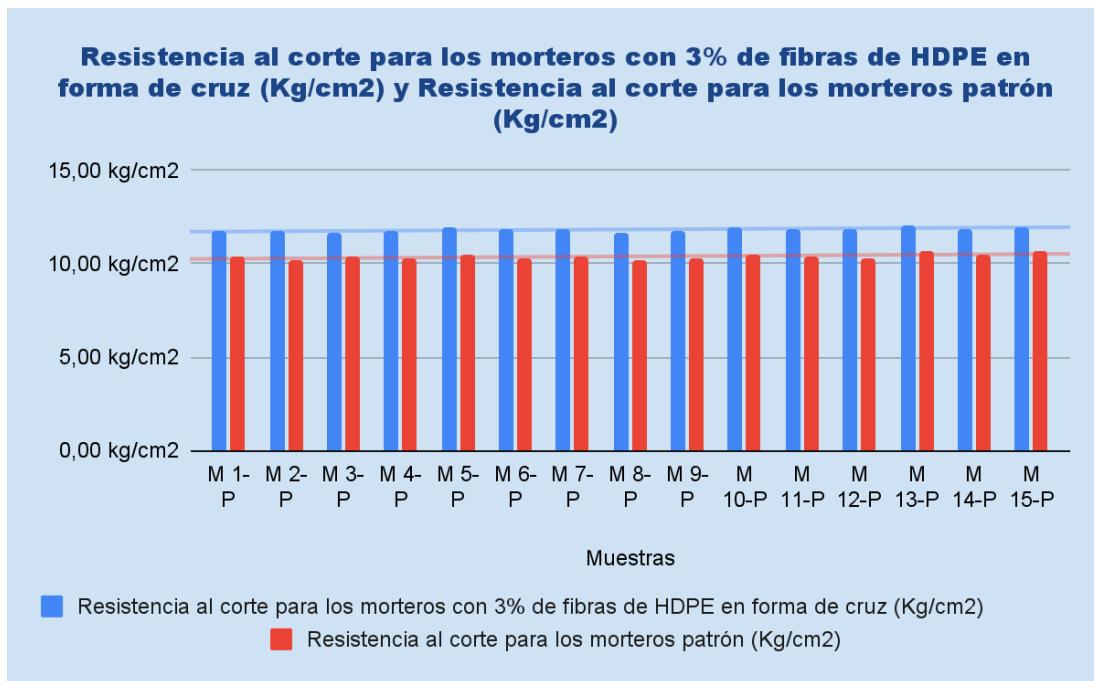
Muestras	Resistencia al corte para los morteros con 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia al corte para los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1-P	11,80 kg/cm <sup>2</sup>	10,39 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	11,73 kg/cm <sup>2</sup>	10,23 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	11,68 kg/cm <sup>2</sup>	10,35 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	11,74 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	11,91 kg/cm <sup>2</sup>	10,49 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	11,86 kg/cm <sup>2</sup>	10,31 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	11,88 kg/cm <sup>2</sup>	10,42 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	11,71 kg/cm <sup>2</sup>	10,18 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	11,75 kg/cm <sup>2</sup>	10,34 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	11,91 kg/cm <sup>2</sup>	10,50 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	11,88 kg/cm <sup>2</sup>	10,40 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	11,81 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	12,10 kg/cm <sup>2</sup>	10,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	11,87 kg/cm <sup>2</sup>	10,48 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	11,98 kg/cm <sup>2</sup>	10,65 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>11,84 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>10,40 kg/cm<sup>2</sup></b>

### Interpretación:

La tabla compara la resistencia al corte de morteros con un 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón, expresada en kg/cm<sup>2</sup>. En general, se observa que los morteros con fibras de HDPE presentan una mayor resistencia al corte en comparación con los morteros patrón, con una media de 11,84 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros con fibras y 10,40 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros patrón. Esto indica que la adición de un 3 % de fibras de HDPE mejora la resistencia al corte en promedio. Todas las muestras de morteros con fibras superan consistentemente a sus correspondientes morteros patrón, lo que confirma que la incorporación de fibras de HDPE en forma de cruz tiene un efecto positivo en la resistencia al corte de los morteros.

**Figura 27**

Comparación de los morteros con 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón



### Interpretación:

La figura muestra la comparación de la resistencia al corte entre morteros con 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón, evidenciando una mejora en la resistencia al corte con la incorporación de fibras. Se observa que los valores de resistencia al corte de los morteros con HDPE (barras azules) son superiores en comparación con los morteros patrón (barras rojas). El valor más alto registrado para los morteros con 3 % de HDPE es de 12,10 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo para los morteros patrón es de 10,68 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que el uso de fibras de HDPE en los morteros mejora su capacidad de resistencia al corte, reforzando su desempeño mecánico.

**Tabla 6**

*Resultado de la resistencia al corte promedio: morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

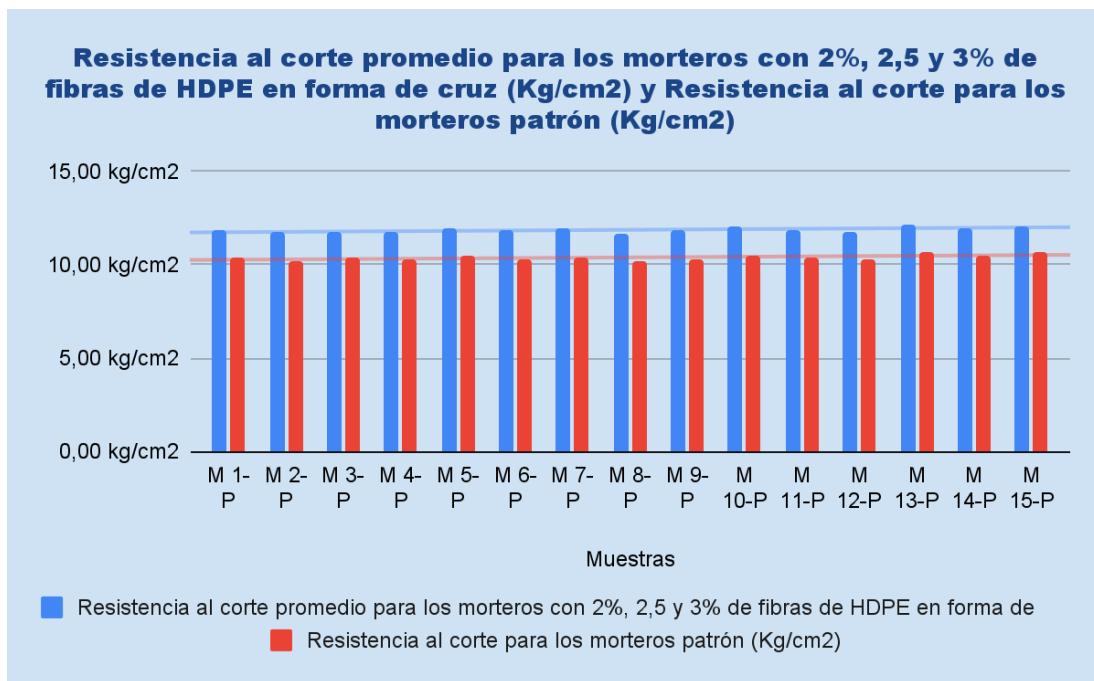
Muestras	Resistencia al corte promedio para los morteros con 2 %, 2,5 y 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia al corte para los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1-P	11,85 kg/cm <sup>2</sup>	10,39 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	11,74 kg/cm <sup>2</sup>	10,23 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	11,73 kg/cm <sup>2</sup>	10,35 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	11,74 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	11,96 kg/cm <sup>2</sup>	10,49 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	11,84 kg/cm <sup>2</sup>	10,31 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	11,91 kg/cm <sup>2</sup>	10,42 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	11,67 kg/cm <sup>2</sup>	10,18 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	11,84 kg/cm <sup>2</sup>	10,34 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	12,01 kg/cm <sup>2</sup>	10,50 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	11,88 kg/cm <sup>2</sup>	10,40 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	11,80 kg/cm <sup>2</sup>	10,26 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	12,13 kg/cm <sup>2</sup>	10,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	11,94 kg/cm <sup>2</sup>	10,48 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	12,08 kg/cm <sup>2</sup>	10,65 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>11,87 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>10,40 kg/cm<sup>2</sup></b>

#### **Interpretación:**

La tabla presenta la resistencia al corte promedio de morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz, comparada con la resistencia al corte de morteros patrón, expresada en kg/cm<sup>2</sup>. En general, se observa que los morteros con fibras de HDPE muestran una mayor resistencia al corte en comparación con los morteros patrón, con una media de 11,87 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros con fibras y 10,40 kg/cm<sup>2</sup> para los morteros patrón. Esto indica que la adición de fibras de HDPE en cualquiera de los porcentajes evaluados (2 %, 2,5 % y 3 %) mejora la resistencia al corte en promedio. Todas las muestras de morteros con fibras superan consistentemente a sus correspondientes morteros patrón, lo que confirma que la incorporación de fibras de HDPE en forma de cruz tiene un efecto positivo significativo en la resistencia al corte de los morteros, independientemente del porcentaje de fibras utilizado dentro del rango evaluado.

**Figura 28**

Comparación promedio de los morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón



### Interpretación:

La figura muestra la comparación de la resistencia al corte promedio entre morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón, evidenciando una mejora en la resistencia al corte con la adición de fibras. Se observa que los valores de resistencia al corte de los morteros con HDPE (barras azules) son superiores en comparación con los morteros patrón (barras rojas). El valor más alto registrado para los morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % de HDPE es de 12,13 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo para los morteros patrón es de 10,68 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que el uso de fibras de HDPE en los morteros incrementa su capacidad de resistencia al corte, mejorando su desempeño mecánico.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

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

### Para la hipótesis general:

HG: La incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento influye significativamente positivo en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024.

H0: La incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento NO influye significativamente positivo en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024.

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

Tabla 7

Prueba de normalidad resistencia al corte promedio: morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia al corte con 2 %, 2,5 % y 3 % de HDPE (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,968	15	,826
Resistencia al corte de los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,954	15	,588

### Interpretación:

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indica que, para los morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz, el valor p (0,826) es mayor a 0,05, al igual que para los morteros patrón (0,588), por lo que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad en ninguno de los dos casos; esto permite concluir que los datos de resistencia al corte en ambos grupos se distribuyen de manera aproximadamente normal. Dado que la normalidad se

cumple, se procederá a realizar la prueba t de Student para muestras independientes.

### Análisis inferencial para la hipótesis general

**Tabla 8**

*Prueba T Student de la resistencia al corte promedio: morteros con 2 %, 2,5 % y 3 % fibras de HDPE y morteros patrón*

		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Resistencia a la corte promedio de los morteros de concreto (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Se asumen varianzas iguales	28,98	30	0,001	1,48

#### Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento influye significativa en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024. Con una contrastación de ( $t = 28,98$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ).

#### Para la hipótesis específica 1:

HE1: La incorporación de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

HE0: La incorporación de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento NO tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

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

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad de la resistencia al corte: morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia al corte con 2 % de HDPE (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,924	15	,218
Resistencia al corte de los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,954	15	,588

### Interpretación:

La tabla de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk revela que para el grupo de morteros con 2 % de fibras de HDPE se obtuvo un estadístico de 0,924 y un valor p de 0,218, mientras que para el grupo de morteros patrón se obtuvo un estadístico de 0,954 y un valor p de 0,588; dado que en ambos casos los valores p son mayores que 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que indica que los datos se distribuyen de manera aproximadamente normal en ambos grupos. Con base en estos resultados se justifica el uso de análisis paramétricos, por lo que se procederá a realizar la prueba de t de Student para muestras independientes.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

**Tabla 10**

*Prueba T Student de la resistencia al corte: morteros con 2 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	
Resistencia a la corte promedio de los morteros de concreto (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Se asumen varianzas iguales	24,254	28	0,001	1,317

### **Interpretación:**

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. Con una contrastación de ( $t = 24,254$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ).

### **Para la hipótesis específica 2:**

HE2: La incorporación de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

HE0: La incorporación de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento NO tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

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

**Tabla 11**

*Prueba de normalidad de la resistencia al corte: morteros con 2,5 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

		<b>Shapiro-Wilk</b>	
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
Resistencia al corte con 2,5 % de HDPE (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,980	15	,971
Resistencia al corte de los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,954	15	,588

### **Interpretación:**

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada a los datos muestra que tanto la resistencia al corte de los morteros con 2.5 % de fibras de HDPE en forma de cruz ( $W = 0,980$ ,  $p = 0,971$ ) como la de los morteros patrón ( $W = 0,954$ ,  $p = 0,588$ ) siguen una distribución normal, ya que en ambos casos el valor  $p$  es mayor a 0,05. Esto indica que los datos cumplen con el supuesto de normalidad necesario para aplicar pruebas paramétricas. Por lo tanto, se

procederá a realizar la prueba de t de Student para muestras independientes con el fin de comparar las medias de resistencia al corte entre ambos grupos.

### Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

**Tabla 12**

*Prueba T Student de la resistencia al corte: morteros con 2,5 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Resistencia a la corte promedio de los morteros de concreto (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Se asumen varianzas iguales	31,435	28	0,001	1,673

#### Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. Con una contrastación de ( $t = 31,435$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ).

#### Para la hipótesis específica 3:

HE3: La incorporación de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

HE0: La incorporación de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento NO tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto.

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

**Tabla 13**

*Prueba de normalidad de la resistencia al corte: morteros con 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia al corte con 3 % de HDPE (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,949	15	,521
Resistencia al corte de los morteros patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,954	15	,588

#### Interpretación:

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada a los datos muestra que tanto la resistencia al corte de los morteros con 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz ( $W = 0,949$ ,  $p = 0,521$ ) como la de los morteros patrón ( $W = 0,954$ ,  $p = 0,588$ ) siguen una distribución normal, ya que en ambos casos el valor  $p$  es mayor a 0,05. Esto indica que los datos cumplen con el supuesto de normalidad necesario para aplicar pruebas paramétricas. Por lo tanto, se procederá a realizar la prueba de  $t$  de Student para muestras independientes con el fin de comparar las medias de resistencia al corte entre ambos grupos.

### Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

**Tabla 14**

*Prueba T Student de la resistencia al corte: morteros con 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz y morteros patrón*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Resistencia a la corte promedio de los morteros de concreto (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Se asumen varianzas iguales	30,438	28	0,001

#### Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la

adherencia de morteros de concreto. Con una contrastación de ( $t = 31,435$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ).

# CAPÍTULO V

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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

Prieto (2023) evaluó experimentalmente el comportamiento a corte de muros de mampostería reforzados exteriormente con mortero y malla de fique (fique TRM), observando incrementos en la resistencia de entre un 22 % y 39 % en comparación con muros sin refuerzo, además de una modificación favorable en el modo de falla, hacia una respuesta más progresiva. De manera similar, la presente investigación evidenció que la adición del 2 % de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) al mortero también mejora significativamente la resistencia a corte, alcanzando  $11,71 \text{ kg/cm}^2$  frente a los  $10,40 \text{ kg/cm}^2$  obtenidos en las muestras patrón. Este resultado sugiere que el uso de fibras HDPE optimiza la adherencia entre el mortero y los ladrillos de arcilla sólida, reforzando la cohesión del sistema constructivo. En conjunto, ambos estudios coinciden en que el uso de refuerzos, ya sean internos como las fibras o externos como el TRM, representa una estrategia eficaz, accesible y sostenible para mejorar el desempeño estructural de muros en contextos donde los recursos son limitados.

Huillca y Medina (2023) analizaron la influencia de tres tipos de mortero en la resistencia a la compresión de muros portantes de ladrillo, concluyendo que el mortero tipo A presentó el mejor desempeño mecánico a lo largo del tiempo. En línea con esa premisa, la presente investigación se enfocó en la resistencia al corte de morteros modificados con fibras de polietileno de alta densidad (HDPE), encontrando que la adición del 2,5 % de fibras fue la más efectiva, alcanzando una resistencia de  $12,07 \text{ kg/cm}^2$ , superior a la obtenida con 2 % de fibras ( $11,71 \text{ kg/cm}^2$ ) y a la muestra patrón sin fibras ( $10,40 \text{ kg/cm}^2$ ). Estos resultados evidencian que, al igual que el tipo de mortero influye notablemente en la resistencia a compresión, el contenido de fibras incide directamente en el comportamiento a corte del mortero, siendo la proporción de 2,5 % la que mejoró significativamente la adherencia entre los

ladrillos y el mortero. Esto refuerza la idea de que las propiedades del aglomerante, ya sea por su composición o por los aditivos empleados, son determinantes para optimizar la capacidad estructural de los muros en sistemas constructivos tradicionales.

Álvarez (2023) evaluó las propiedades mecánicas de muros de albañilería confinada construidos con mortero polimérico y convencional, concluyendo que el mortero polimérico mejora significativamente la resistencia a la compresión en comparación con el convencional. En sintonía con esa línea de investigación, la presente tesis analizó el efecto de la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) en la resistencia al corte del mortero, encontrando que la adición del 3 % de fibras alcanzó una resistencia de 11,84 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, este valor fue ligeramente inferior al obtenido con una dosificación del 2,5 %, que registró 12,07 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual sugiere que un exceso de fibras podría perjudicar la trabajabilidad y cohesión de la mezcla, afectando su rendimiento estructural. Al igual que en el estudio de Álvarez, los resultados confirmaron que la modificación del mortero tiene un impacto directo en sus propiedades mecánicas, aunque también evidencian que la efectividad del refuerzo depende de encontrar una dosificación óptima que equilibre resistencia y facilidad de aplicación.

Barrantes (2023), en su estudio sobre la influencia de soluciones ácidas en la resistencia a la compresión del concreto con fibras de polietileno de alta densidad (HDPE), concluyó que, aunque se observó una ligera disminución en la resistencia de las muestras expuestas (229,54 kg/cm<sup>2</sup>) frente al grupo control (257,26 kg/cm<sup>2</sup>), esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p = 0,088 > 0,05$ ), lo que indica que el concreto con fibras HDPE mantiene un comportamiento estructural aceptable incluso en ambientes ácidos. En contraste, la presente investigación evidenció que la incorporación de fibras de HDPE en proporciones del 2 %, 2,5 % y 3 % mejora significativamente la adherencia del mortero, alcanzando resistencias al corte de 11,71 kg/cm<sup>2</sup>, 12,07 kg/cm<sup>2</sup> y 11,84 kg/cm<sup>2</sup>, frente a los 10,40 kg/cm<sup>2</sup> del grupo patrón. Este incremento promedio del 14,13 %, respaldado por valores estadísticos

altamente significativos ( $p = 0,001 < 0,05$ ), demuestra que la adición de fibras no solo conserva, sino que potencia el rendimiento mecánico del mortero en términos de adherencia. Ambos estudios coinciden en destacar la eficacia del uso de fibras de HDPE como refuerzo, ya sea en condiciones agresivas o en aplicaciones estructurales convencionales, resaltando su viabilidad como una alternativa técnica y económicamente accesible para mejorar las propiedades del concreto y del mortero en el sector construcción.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

**Para el objetivo general:** Determinar la influencia de la incorporación de fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024. Se concluye que la incorporación de fibras en cruz de 1mm x 1mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento influye significativamente positivo en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024. Con una contrastación de ( $t = 28,98$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ). Al revisar las medias se puede evidenciar que la resistencia al corte promedio para los morteros aumenta al agregar 2 %, 2,5 y 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz con un valor de  $11,87 \text{ kg/cm}^2$ , en comparación con las muestras patrón con un valor de  $10,40 \text{ kg/cm}^2$ .

**Para el objetivo específico 1:** Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto. Se concluye que la adición de fibras de HDPE en un 2 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. Con una contrastación de ( $t = 24,254$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ). Al revisar las medias se puede evidenciar que la resistencia al corte para los morteros aumenta al agregar 2% de fibras de HDPE en forma de cruz con un valor de  $11,71 \text{ kg/cm}^2$ , en comparación con las muestras patrón con un valor de  $10,40 \text{ kg/cm}^2$ .

**Para el objetivo específico 2:** Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto. Se concluye que la adición de fibras de HDPE en un 2,5 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. Con una contrastación de ( $t = 31,435$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ). Al revisar las medias se puede evidenciar que la resistencia al corte para los morteros aumenta al agregar 2,5 % de fibras de HDPE en

forma de cruz con un valor de 12,07 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras patrón con un valor de 10,40 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 3:** Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto. Se concluye que la adición de fibras de HDPE en un 3 % respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. Con una contrastación de ( $t = 31,435$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ). Al revisar las medias se puede evidenciar que la resistencia al corte para los morteros aumenta al agregar 3 % de fibras de HDPE en forma de cruz con un valor de 11,84 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras patrón con un valor de 10,40 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos demuestran que la incorporación de fibras de HDPE mejora significativamente la adherencia del mortero, lo cual representa un avance en las soluciones constructivas sostenibles dentro del campo de la ingeniería civil, especialmente en zonas con alta demanda de eficiencia estructural y aprovechamiento de materiales reciclables.

## RECOMENDACIONES

Dado que la incorporación de fibras de HDPE en forma de cruz (1 mm x 1 mm) mejora significativamente la adherencia de los morteros de concreto, se recomienda implementar su uso en trabajos de albañilería estructural y no estructural, especialmente en la unión de ladrillos sólidos de arcilla, para optimizar la resistencia al corte en las juntas y prolongar la durabilidad del sistema constructivo.

Considerando que el porcentaje de 2 % de fibras de HDPE mostró una mejora considerable en la adherencia ( $11,71 \text{ kg/cm}^2$ ), se recomienda su uso como una proporción eficiente y equilibrada entre desempeño mecánico y economía de materiales, ideal para aplicaciones que buscan un refuerzo adicional sin alterar significativamente la trabajabilidad del mortero.

Al evidenciarse que la mayor resistencia al corte ( $12,07 \text{ kg/cm}^2$ ) se logró con una adición del 2,5 % de fibras de HDPE, se recomienda este porcentaje como el más óptimo para proyectos que requieran una adherencia superior en condiciones exigentes, como muros portantes o zonas de alta carga, siempre que la dosificación sea controlada y homogénea.

Aunque el 3 % también mejoró la adherencia ( $11,84 \text{ kg/cm}^2$ ), se recomienda evaluar cuidadosamente su uso, ya que incrementos superiores al 2,5 % no representan una mejora significativa adicional, y podrían generar dificultades en la mezcla o en la aplicación del mortero si no se controla adecuadamente su dispersión. Se sugiere realizar pruebas de trabajabilidad antes de aplicarlo a gran escala.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEROS AREQUIPA. (2020). *Cómo disminuir la segregación de concreto*. Recuperado el 14 de June de 2024, de Construyendo Seguro: <https://www.construyendoseguro.com/como-disminuir-la-segregacion-de-concreto/>
- AFAM. (2006). *Guía Morteros de Revestimiento*. AFAM-Asoc\_Fabr\_Mortero.
- Alvarez Zegarra, K. (2023). Utilización del mortero polimérico para optimizar la resistencia de muros de albañilería confinada en Nuevo Chimbote - 2022. Universidad Nacional del Santa. Obtenido de <http://168.121.236.53/handle/20.500.14278/4389>
- Barba Leon, E., & Ordoñez Piscoya, L. (2022). Variación de la resistencia a la compresión en prismas de albañilería con mortero tradicional y mortero rapimix, Trujillo. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93661>
- Billmeyer, F. W. (2020). *Ciencia de los polímeros*. (R. Areal Guerra, Trad.) Reverte.
- Cegarra Sánchez, J. (2012). *La investigación científica y tecnológica*. Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Collado Trabanco, P. (2005). *Control de ejecución de tabiquerías y cerramientos*. LEX NOVA, S.A.U.
- De Garmo, E. P., Black, J. T., & Kohser, R. A. (2019). *Materiales y procesos de fabricación*. Vol. 1. Reverte.
- Gomez Marquina, K. V., & Gomez Degraves, A. A. (2019). *Muestreo Estadístico Para Docentes Y Estudiantes*. Amazon Digital Services LLC - Kdp.
- González Quizpe, S., & Ludeña Jiménez, J. (2023). Influencia de diferentes tipos de mortero en la resistencia y desarrollo de deformaciones elastoplásticas de las mamposterías. Universidad Católica de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/items/c421f2d9-e584-442e-b5d1-a0f8cd58e2f8>
- Gutierrez Valencia, T. M. (2019). *Polímeros: Generalidades y tendencias de investigación en Colombia*. (T. M. GUTIERREZ VALENCIA, Ed.) Universidad de Cauca.

- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Huillca Ordoñez, M., & Medina Puma, A. (2023). Comparación de la influencia del mortero-A, mortero y mortero convencional en la evolución de la resistencia de muros portantes de ladrillo, Cusco, 2022. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7840>
- Jaramillo Suárez, H. E. (2017). *Resistencia de materiales: algunos temas especiales (Segunda edición)*. Autónoma de Occidente.
- Jiménez López, L. (2007). *Técnica de la construcción con ladrillo*. Ceac.
- Martínez Mediano, C., & Galán González, A. (2014). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. (C. Martínez Mediano, Ed.) UNED.
- Molina Campoverde, J., & Rodas Plaza, J. (2023). Influencia de la superficie de contacto ladrillo–mortero y la resistencia del ladrillo en el desarrollo de las deformaciones elastoplásticas de la mampostería. Universidad Católica de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/items/8a2d64f9-e056-408c-9d3af5ae3ea7631c>
- Morales, M. (6 de April de 2020). *Yeso, cemento Portland y cal*. Recuperado el 14 de June de 2024, de Materiales para construcción: <https://www.materialesparaconstruccion.com.mx/blog/yeso-cemento-portland-y-cal-los-conglomerantes-mas-utilizados/>
- Muñoz Velasco, P., Morales Ortíz, M. P., & Juárez Castelló, M. C. (2013). *Análisis y optimización de arcillas aligeradas en industrias cerámicas: Obtención de ladrillos de baja conductividad mediante la utilización de residuos*. Editorial Académica Española.
- Norma E.070. (2019). Norma E.070 Albañilería. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Ondarse, D. (2020). *Ácidos y Bases*. Recuperado el 14 de June de 2024, de Concepto: <https://concepto.de/acidos-y-bases/>
- Osorio, J. D. (2020). *Diseño de mezclas de concreto: conceptos básicos*. Recuperado el 14 de June de 2024, de Comunidad 360 EN CONCRETO: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/diseno-mezclas-de-concreto-conceptos-basicos/>

- Osswald, T. A. (2015). *Reología de Polímeros: Fundamentos y Aplicaciones*. Editorial Guaduales.
- Pino Tarragó, J. C., Rodríguez Rodríguez, A., Marcillo Merino, G. L., Parrales Parrales, E., Plúa Marcillo, L. A., Parrales García, C. E., . . . Cordero Garcés, M. O. (2018). *Resistencia de materiales para ingeniería civil*. 3Ciencias.
- Priano, C., Señas, L., & Maiza, P. (2008). Influencia de la composición y morfología del agregado fino en el comportamiento mecánico de morteros cementicios. Universidad Nacional de la Plata.
- Prieto Piñeros, H. (2023). Evaluación experimental de la resistencia a corte de muros de mampostería reforzados externamente con mortero y tejido de fique (fique TRM). Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85344>
- Romero García, M. (2002). *Resistencia de materiales*. Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del concreto*. Bhandar Editores.
- Seymour, R. B., & Carraher, C. E. (1995). *Introducción a la química de los polímeros*. Reverte, Editorial S.A.
- Silva, O. J. (2020). *Generalidades y tipos de aditivos para el concreto según la NTC 1299 - 360 en concreto*. Recuperado el 14 de June de 2024, de Comunidad 360 en concreto: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/generalidades-tipos-de-aditivos-para-el-concreto/>
- Solas A., A., & Giani D., R. (2010). *Tecnología del hormigón avanzada*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Umiri, D. (2020). *Los aditivos para el concreto*. Recuperado el 14 de June de 2024, de Cemento YURA: <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>

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

Sabino Pezo, M. (2026). *Análisis de la resistencia al corte de morteros de concreto incorporando fibras en cruz de 1 mm x 1 mm de polietileno de alta densidad, Huánuco - 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

## RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**RESOLUCIÓN N° 2524-2024-D-FI-UDH**

Huánuco, 12 de noviembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1731-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024**", presentado por el (la) Bach. **Mariela SABINO PEZO**.

### 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° 1184-2024-D-FI-UDH, de fecha 23 de mayo de 2024, perteneciente a la Bach. **Mariela SABINO PEZO**, se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1731-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024**", presentado por el (la) Bach. **Mariela SABINO PEZO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama (Presidente), Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcántara (Secretario) y Mg. Biseth Miraval Rojas (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

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

### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "**ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024**", presentado por el (la) Bach. **Mariela SABINO PEZO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

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

### REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.  
BCR/EJML/nro.

## ANEXO 2

### RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

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

##### **RESOLUCIÓN N° 1184-2024-D-FI-UDH**

Huánuco, 23 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 838-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 489805-0000005429, de la Bach. **Mariela SABINO PEZO**, 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° 489805-0000005429, presentado por el (la) Bach. **Mariela SABINO PEZO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes, 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 de la Bach. **Mariela SABINO PEZO** a la Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes, 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**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*[Signature]*  
Ing. Ethal Jhovani Monzón Lozano  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*[Signature]*  
DECANO  
Mg. Bertha Campos Ríos  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Diseño Básico:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.  
BLCR/EJML/nta.

## ANEXO 3

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1 MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024".

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<b>Problema general</b> PG: ¿Cómo influye la incorporación de fibras en cruz de 1mm x 1mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024? <b>Problema específico</b> PE1: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2% respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto? PE2: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2,5% respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto? PE3: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 3% respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto?	<b>Objetivo general</b> OG: Determinar la influencia de la incorporación de fibras en cruz de 1mm x 1mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024. <b>Objetivos específicos</b> OE1: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2% respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto. OE2: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 2,5% respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto. OE3: Determinar el efecto de la incorporación de fibras de HDPE en un 3% respecto al peso del cemento en la adherencia de morteros de concreto.	<b>Hipótesis general</b> HG: La incorporación de fibras en cruz de 1mm x 1mm de polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes respecto al peso del cemento influye significativa en la adherencia de morteros de concreto utilizados para unir ladrillos sólidos de arcilla, Huánuco - 2024. <b>Hipótesis específica</b> HE1: La incorporación de fibras de HDPE en un 2% respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. HE2: La incorporación de fibras de HDPE en un 2,5% respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. HE3: La incorporación de fibras de HDPE en un 3% respecto al peso del cemento tiene un efecto significativo en la adherencia de morteros de concreto. <b>Variables</b> <b>Variable dependiente</b> Adherencia del mortero. <b>Variable independiente</b> incorporación de fibras en cruz de HDPE.	<b>Enfoque:</b> Enfoque cuantitativo. <b>Alcance o nivel:</b> Alcance explicativo. <b>Diseño:</b> Diseño Cuasiexperimental. <b>Técnica de investigación:</b> Observación directa <b>Instrumentos:</b> Ficha de laboratorio. <b>Población:</b> En la investigación la población estará conformada por 60 muestras. <b>Muestra:</b> La muestra tomada es la no probabilística. Formaré grupos, cada uno compuesto por 15 muestras. El primer grupo estará formado por morteros con la adición de fibras de HDPE en un 2% respecto al peso del cemento. El segundo grupo incluirá morteros con una adición de fibras de HDPE en un 2.5%. El tercer grupo contendrá morteros con una adición de fibras de HDPE en un 3%. El cuarto grupo servirá como control y estará compuesto por morteros sin la adición de fibras de HDPE.

## ANEXO 4

### INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS

#### Certificado de calidad



Commercialización de Equipos  
Para Laboratorios - 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



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



ventas@pys.pe  
apoizo@pys.pe  
www.pys.pe



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



## Cálculo de ladrillos y mortero



Cálculo de ladrillos y mortero.

MONTAÑA		CÁLCULO DE LADRILLOS Y MORTERO																		
NORMA	NTP E.070																			
LADRILLERA	PIRAMIDE																			
CLASE DE LADRILLO	Ladrillo Tipo IV	UBICACIÓN	Huila.co																	
DENOMINACIÓN	Industrial	FECHA DE ENsayo	01/01/2025																	
SOCITA	Bach. Marisol Sabino Pezo																			
<b>1 DIMENSIONES DEL LADRILLO</b>																				
Dimensiones Estándar		Junta																		
LONGITUD	24.00 cm																			
ALTURA	9.00 cm	1.50 cm																		
ESPESOR	13.00 cm																			
<b>2 CANTIDAD DE LADRILLOS POR m<sup>2</sup> DE MURO</b>																				
$\text{Cantidad Ladrillo/m}^2 = \frac{1}{(j_1 + D_1) \times (j_2 + D_2)}$																				
Desperdicios	Mortero	10 %																		
<b>3 VOLUMEN DE MORTERO POR m<sup>2</sup> DE MURO</b>																				
$\text{Tipo de Aparejo} \quad \text{Cantidad} \quad \text{Cantidad} \quad \text{Unidad}$ <table border="1"> <tr> <td>Tipo de Aparejo</td> <td>s/D</td> <td>c/D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SOGA</td> <td>37.35</td> <td>45.00</td> <td>ladrillos/m<sup>2</sup></td> </tr> </table>						Tipo de Aparejo	s/D	c/D		SOGA	37.35	45.00	ladrillos/m <sup>2</sup>							
Tipo de Aparejo	s/D	c/D																		
SOGA	37.35	45.00	ladrillos/m <sup>2</sup>																	
<b>4 CÁLCULO DE MATERIALES</b>																				
<b>MORTERO: MATERIAL POR m<sup>3</sup></b> <table border="1"> <tr> <td>PROPORCIÓN</td> <td>CEMENTO</td> <td>ARENA</td> <td>AQUA</td> </tr> <tr> <td>C/A</td> <td>8.90</td> <td>1.00</td> <td>272</td> </tr> </table>						PROPORCIÓN	CEMENTO	ARENA	AQUA	C/A	8.90	1.00	272							
PROPORCIÓN	CEMENTO	ARENA	AQUA																	
C/A	8.90	1.00	272																	
Desperdicios	Mortero	10 %																		
<b>CANTIDAD DE MATERIALES PARA</b> 0.0284 m <sup>3</sup> <table border="1"> <tr> <td>Material</td> <td>Cantidad</td> <td>Unidad</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>0.28</td> <td>bolsas</td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>0.03</td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>AQUA</td> <td>8.50</td> <td>litros</td> </tr> <tr> <td>LADRILLOS</td> <td>45.00</td> <td>unidades</td> </tr> </table>						Material	Cantidad	Unidad	CEMENTO	0.28	bolsas	ARENA	0.03	m <sup>3</sup>	AQUA	8.50	litros	LADRILLOS	45.00	unidades
Material	Cantidad	Unidad																		
CEMENTO	0.28	bolsas																		
ARENA	0.03	m <sup>3</sup>																		
AQUA	8.50	litros																		
LADRILLOS	45.00	unidades																		
 $1 m^2 = 52 \text{ lataas}$ $1 lataa = 18 \text{ litros}$																				
<b>5 CÁLCULO DEL AREA TOTAL DE MURO</b> <table border="1"> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>11.90</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>48.00</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AQUA</td> <td>8.50</td> <td>litros</td> </tr> <tr> <td>LADRILLO</td> <td>45.00</td> <td>unidades</td> </tr> </table>						CEMENTO	11.90	kg	ARENA	48.00	kg	AQUA	8.50	litros	LADRILLO	45.00	unidades			
CEMENTO	11.90	kg																		
ARENA	48.00	kg																		
AQUA	8.50	litros																		
LADRILLO	45.00	unidades																		
<b>6 CÁLCULO DEL MATERIAL ADICIONANTE</b> <table border="1"> <tr> <td>Fibra de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2%</td> <td>0.24 kg</td> </tr> <tr> <td>2.5%</td> <td>0.30 kg</td> </tr> <tr> <td>3%</td> <td>0.36 kg</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td>0.89 kg</td> </tr> </table>						Fibra de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)		2%	0.24 kg	2.5%	0.30 kg	3%	0.36 kg	<b>TOTAL</b>	0.89 kg					
Fibra de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)																				
2%	0.24 kg																			
2.5%	0.30 kg																			
3%	0.36 kg																			
<b>TOTAL</b>	0.89 kg																			



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

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

## Resultados del ensayo de resistencia al corte



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero (Patrón)

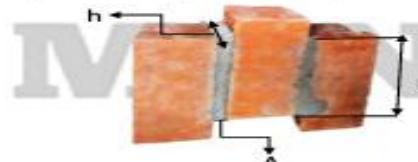
ENSAYO:	ENSAZO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN ENSAYO DE ADHERENCIA DEL MORTERO
NORMA:	NCH 167 of 2001
PROYECTO:	TESIS: "ANALISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Mariela Sabino Pezo
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE HDPE	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				Mr (kg/cm²)
							(L) cm	(h) cm	Acor.	(A) cm	
M-1	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.33 kN	1,257.29 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.39 kg/cm²
M-2	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.14 kN	1,237.92 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.23 kg/cm²
M-3	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.28 kN	1,252.19 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.35 kg/cm²
M-4	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.18 kN	1,241.99 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.26 kg/cm²
M-5	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.45 kN	1,269.53 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.49 kg/cm²
M-6	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.24 kN	1,248.11 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.31 kg/cm²
M-7	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.37 kN	1,261.37 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.42 kg/cm²
M-8	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.08 kN	1,231.80 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.18 kg/cm²
M-9	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.27 kN	1,251.17 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.34 kg/cm²
M-10	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.46 kN	1,270.14 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.50 kg/cm²
M-11	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.34 kN	1,258.31 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.40 kg/cm²
M-12	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.18 kN	1,241.99 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.26 kg/cm²
M-13	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.67 kN	1,291.96 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.68 kg/cm²
M-14	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.44 kN	1,268.51 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.48 kg/cm²
M-15	PATRON	05/01/2024	02/02/2024	28 días	12.64 kN	1,288.90 kg	12.10 cm	10 cm	121cm²	1.5 cm	10.65 kg/cm²

$$R_c = \frac{P_u}{Acor}$$

$$Acor = L \times A$$

En donde:  
 R: Resistencia al Corte, en kg/cm².  
 Pu: Es la carga máxima de rotura en kg.  
 Acor : Área de corte del especímen, cm².  
 L: Largo de la junta, en cm  
 h: Ancho de la junta, en cm  
 A: Espesor de la junta, en cm



PROMEDIO 10.40 kg/cm²

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



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

Ing. Samuel Juanito Polco Paredes  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 2% de fibra de fibras de HDPE de Alta Densidad (HDPE).

ENSAYO:	ENSAYO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN ENSAYO DE ADHERENCIA DEL MORTERO
NORMA:	INCH 167 of 2001
PROYECTO:	TESIS: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Marilda Sabino Pezo
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE HDPE	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				Mr (kg/cm²)
							(L) cm	(h) cm	Acor	(A) cm²	
M-1	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.88	1.41534 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.70 kg/cm²
M-2	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.67	1.393.93 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.52 kg/cm²
M-3	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.82	1.409.23 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.65 kg/cm²
M-4	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.72	1.399.03 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.55 kg/cm²
M-5	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.98	1.425.64 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.78 kg/cm²
M-6	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.81	1.408.21 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.64 kg/cm²
M-7	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.91	1.418.40 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.72 kg/cm²
M-8	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.67	1.393.93 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.52 kg/cm²
M-9	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.84	1.411.26 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.66 kg/cm²
M-10	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.12	1.439.82 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.90 kg/cm²
M-11	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.86	1.413.30 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.68 kg/cm²
M-12	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.74	1.401.07 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.53 kg/cm²
M-13	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.21	1.448.99 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.98 kg/cm²
M-14	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.03	1.430.64 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.82 kg/cm²
M-15	2%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.22	1.450.01 kg	12.10	10	121 cm²	1.5 cm	11.98 kg/cm²

$$R_c = \frac{P_u}{Acor}$$

$$Acor = L \times A$$

En donde:

R<sub>c</sub>: Resistencia al Corte, en kg/cm².

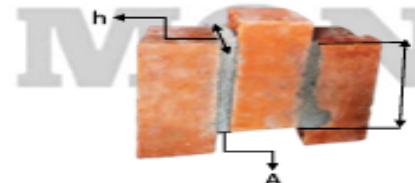
P<sub>u</sub>: Es la carga máxima de rotura en kg.

Acor : Área de corte del especímen, cm².

L: Largo de la junta, en cm

h: Ancho de la junta, en cm

A: Espesor de la junta, en cm



PROMEDIO 11.71 kg/cm²

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

  
 Ing. Samuel Juanito Pezo Paredes  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



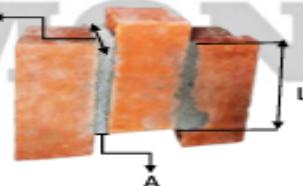
Resultado del ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 2.5% de fibra de fibras de HDPE de Alta Densidad (HDPE).

ENSAYO:	ENSAYO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN ENSAYO DE ADHERENCIA DEL MORTERO
NORMA:	NCh 167 of 2001
PROYECTO:	TESIS: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD. HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Mariela Sabino Pezo
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE HDPE	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				Mr (kg/cm²)
							(L) cm	(h) cm	Acor	(A) cm	
M-1	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.29 kn	1.457.16 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.04 kg/cm²
M-2	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.19 kn	1.446.96 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	11.96 kg/cm²
M-3	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.09 kn	1.436.76 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	11.87 kg/cm²
M-4	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.13 kn	1.440.84 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	11.91 kg/cm²
M-5	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.45 kn	1.473.47 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.18 kg/cm²
M-6	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.28 kn	1.456.13 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.03 kg/cm²
M-7	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.39 kn	1.467.35 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.13 kg/cm²
M-8	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.99 kn	1.426.56 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	11.79 kg/cm²
M-9	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.37 kn	1.465.31 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.11 kg/cm²
M-10	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.49 kn	1.477.55 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.21 kg/cm²
M-11	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.33 kn	1.461.23 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.08 kg/cm²
M-12	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.26 kn	1.454.09 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.02 kg/cm²
M-13	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.59 kn	1.487.74 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.30 kg/cm²
M-14	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.39 kn	1.467.36 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.13 kg/cm²
M-15	2.5%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.57 kn	1.485.70 kg	12.10 cm	10 cm	121 cm²	1.5 cm	12.28 kg/cm²

$$R_c = \frac{P_u}{Acor}$$

$$Acor = L \times A$$



PROMEDIO 12.07 kg/cm²

En donde:

R<sub>c</sub>: Resistencia al Corte, en kg/cm²

P<sub>u</sub>: Es la carga máxima de rotura en kg

Acor : Área de corte del especímen, cm².

L: Largo de la junta, en cm

h: Ancho de la junta, en cm

A: Espesor de la junta, en cm



N° 173- Jr. Las Fresas – Pilcomarca – Cayhuayn



laboratorio.montana.ing@gmail.com



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

Ing. Samuel Juárez Polco Paredes  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218966



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



R Resultado del ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 3% de fibra de fibras de HDPE de Alta Densidad (HDPE).

ENSAYO:	ENSAYO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN ENSAYO DE ADHERENCIA DEL MORTERO
NORMAL:	NCh 967 of 2001
PROYECTO:	TESIS "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1 MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD. HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Mariela Sabino Pezo
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE HDPE	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(h) cm	Acor	(A) cm	
M-1	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.00 kn	1.427.58 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.80 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.92 kn	1.419.42 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.73 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.86 kn	1.413.30 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.68 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.93 kn	1.420.44 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.74 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.13 kn	1.440.84 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.91 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.07 kn	1.434.72 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.86 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.10 kn	1.437.78 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.88 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.89 kn	1.416.36 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.71 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.94 kn	1.421.46 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.75 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.13 kn	1.440.84 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.91 kg/cm <sup>2</sup>
M-11	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.10 kn	1.437.78 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.88 kg/cm <sup>2</sup>
M-12	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.01 kn	1.428.60 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.81 kg/cm <sup>2</sup>
M-13	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.36 kn	1.464.29 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	12.10 kg/cm <sup>2</sup>
M-14	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.09 kn	1.436.76 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.87 kg/cm <sup>2</sup>
M-15	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.21 kn	1.448.99 kg	12.10 cm	10 cm	12.1 cm <sup>2</sup>	1.5 cm	11.98 kg/cm <sup>2</sup>

$$R_c = \frac{P_u}{Acor}$$

$$Acor = L + A$$

PROMEDIO 11.84 kg/cm<sup>2</sup>

En donde:

- R<sub>c</sub>: Resistencia al Corte, en kg/cm<sup>2</sup>
- P<sub>u</sub>: Es la carga máxima de rotura en kg
- Acor : Área de corte del especímen, cm<sup>2</sup>.
- L: Largo de la junta, en cm
- h: Ancho de la junta, en cm
- A: Espesor de la junta, en cm



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



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

Ing. Simeonel Jaujito Palca Paredes  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

## ANEXO 5

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



R Resultado del ensayo de resistencia al corte en ensayo de adherencia del mortero con adición del 3% de fibra de fibras de HDPE de Alta Densidad (HDPE).

ENSAYO:	ENSAYO DE LA RESISTENCIA AL CORTE EN ENSAYO DE ADHERENCIA DEL MORTERO						
NORMA:	NCh 167 of 2001						
PROYECTO:	TESIS "ANALISIS DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE MORTEROS DE CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS EN CRUZ DE 1MM X 1MM DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD. HUANUCO - 2024"						
SOLICITANTE:	Bach. Mariela Sabino Pezo						
FECHA:	FEBRERO DEL 2025						
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000						

MUESTRA	% DE FIBRAS DE HDPE	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (kg)	ESPECIMENES				Mr (kg/cm²)
							(L) cm	(h) cm	Acor	(A) cm	
M-1	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.00 kn	1.427.58 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.82 kg/cm²
M-2	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.92 kn	1.419.42 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.73 kg/cm²
M-3	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.86 kn	1.413.30 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.68 kg/cm²
M-4	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.93 kn	1.420.84 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.74 kg/cm²
M-5	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.13 kn	1.440.84 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.91 kg/cm²
M-6	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.07 kn	1.434.72 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.86 kg/cm²
M-7	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.10 kn	1.437.77 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.88 kg/cm²
M-8	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.89 kn	1.416.36 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.71 kg/cm²
M-9	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	13.94 kn	1.421.86 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.75 kg/cm²
M-10	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.13 kn	1.440.84 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.95 kg/cm²
M-11	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.17 kn	1.437.78 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.88 kg/cm²
M-12	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.01 kn	1.428.60 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.81 kg/cm²
M-13	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.16 kn	1.464.29 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	12.10 kg/cm²
M-14	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.09 kn	1.436.76 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.87 kg/cm²
M-15	3%	05/01/2024	02/02/2024	28 días	14.21 kn	1.448.99 kg	12.10	1.0	12.1 cm²	1.5	11.93 kg/cm²

$$R_c = \frac{P_u}{Acor}$$

$$Acor = L \times A$$

En donde:

Rc : Resistencia al Corte, en kg/cm²

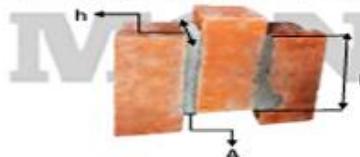
Pu: Es la carga máxima de rotura en kg

Acor : Área de corte del especímen, cm².

L: Largo de la junta, en cm

h: Ancho de la junta, en cm

A: Espesor de la junta, en cm



PROMEDIO 11.84 kg/cm²

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

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

  
Ing. Simeonel Jacinto Felizco Paredes  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

## ANEXO 6

### PANEL FOTOGRAFICO

*Muestra de los Testigos*



*Ensayo de resistencia a la compresión del testigo patrón*



*Registro de datos del ensayo de resistencia a la compresión del testigo patrón*



*Ensayo de resistencia a la compresión del testigo con adición del 2% de fibras de HDEP*



*Registro de datos del ensayo de resistencia a la compresión del testigo con adición del 2% de fibras de HDEP*



*Ensayo de resistencia a la compresión del testigo con adición del 2.5% de fibras de HDEP*



*Registro de datos del ensayo de resistencia a la compresión del testigo con adición del 2.5% de fibras de HDEP*



*Ensayo de resistencia a la compresión del testigo con adición del 3% de fibras de HDEP*



*Registro de datos del ensayo de resistencia a la compresión del testigo con adición del 3% de fibras de HDEP*



## ANEXO 7

### PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Fuente. Vista Satelital - Google Earth