

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Comparación de la resistencia a la compresión de un adobe según la norma E.080 y un adobe compactado hecho con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024”**

---

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

**AUTOR: Carrillo Beteta, Elias**

**ASESOR: Aguilar Alcántara, Leonel Marlo**

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2025**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras

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

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería estructural y municipal

**DATOS DEL PROGRAMA:**

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

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 77675954

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43415813

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

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
2	Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela	Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental mención en gestión ambiental	22516875	0000-0003-2705-4300
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 12:00 horas del día viernes 10 de febrero 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. LUIS FERNANDO NARRO JARA	PRESIDENTE
❖ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA	SECRETARIA
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante RESOLUCIÓN No 0195-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Elias CARRILLO BETETA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *aprobado* por *unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *77* y cualitativo de *suficiente*. (Art. 47).

Siendo las *12:45* horas del día 14 del mes de febrero del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA  
DNI: 18206328  
ORCID: 0000-0003-4008-7633  
**PRESIDENTE**

  
MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA  
DNI: 22516875  
ORCID: 0000-0003-2705-4300  
**SECRETARIO (A)**

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



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ELIAS CARRILLO BETETA, de la investigación titulada "Comparación de la resistencia a la compresión de un adobe según la norma E.080 y un adobe compactado hecho con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024", con asesor(a) LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0342-2024-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, 03 de diciembre de 2024



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



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 39. ELIAS CARRILLO BETETA.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>18%</b>	<b>4%</b>	<b>7%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b>	<b>5%</b>
Fuente de Internet		
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b>	<b>5%</b>
Fuente de Internet		
<b>3</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b>	<b>2%</b>
Fuente de Internet		
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad de Huanuco</b>	<b>1%</b>
Trabajo del estudiante		
<b>5</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b>	<b>1%</b>
Fuente de Internet		



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



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, cuyo amor incondicional, trabajo arduo y dedicación han sido la clave de todos mis logros. Les agradezco por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo, la perseverancia y la sencillez.

A mis hermanos, quienes han sido siempre mi apoyo constante, mi inspiración y mi fuente de alegría. Su compañía y ánimo en cada paso de este camino me han dado la fuerza para seguir adelante.

A mis abuelos, que con su sabiduría, cariño y fortaleza han dejado una huella imborrable en mi vida. Su legado de esfuerzo y amor siempre ha sido mi guía y motivación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis profesores, por su entrega y dedicación en cada clase, por compartir sus conocimientos y experiencias, y por motivarme a alcanzar siempre la excelencia académica. Gracias por ser guías en este proceso de aprendizaje y crecimiento.

A mi asesor, por su invaluable apoyo, orientación y paciencia a lo largo de esta investigación. Su sabiduría, compromiso y constante disposición para ayudarme han sido fundamentales para culminar este proyecto.

A la Universidad de Huánuco, por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para mi formación profesional. Gracias por ser el hogar donde se ha forjado este sueño y por permitirme crecer en un entorno de conocimiento y desarrollo académico.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	XIII
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO .....	16
1.3 OBJETIVOS .....	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	21
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	23
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES .....	25
2.2 BASES TEÓRICAS .....	25

2.2.1 ADOBE .....	25
2.2.2 ADOBE COMPACTADO ECOLÓGICO .....	27
2.2.3 BAGAZO DE CAÑA .....	28
2.2.4 ADHESIVO NATURAL.....	29
2.2.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	30
2.2.6 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL MURETE .....	30
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	31
2.4 HIPÓTESIS .....	33
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	33
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA .....	33
2.5 VARIABLES .....	34
2.5.1 VARIABLES DEPENDIENTES .....	34
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	34
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	35
CAPÍTULO III .....	37
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.1.1 ENFOQUE .....	37
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	38
3.1.3 DISEÑO.....	38
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.2.1 POBLACIÓN.....	39
3.2.2 MUESTRA .....	40
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	41
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	58
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	58

CAPÍTULO IV.....	59
RESULTADOS.....	59
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	59
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	69
CAPÍTULO V.....	79
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
5.1 CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	79
CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades mecánicas del adobe .....	26
Tabla 2 Composición química del bagazo de caña.....	29
Tabla 3 Distribución de las muestras para el experimento - ensayo a compresión .....	40
Tabla 4 Resultado capacidad de compresión: 1% paja vs 20 L adhesivo natural.....	59
Tabla 5 Resultados de las medias: 1% paja vs 20 L adhesivo natural en compresión. ....	60
Tabla 6 Resultado de compresión: 2% paja vs 25 L adhesivo natural.....	61
Tabla 7 Resultado de las medias de compresión: 2% paja vs 25 L adhesivo natural (Kg/cm <sup>2</sup> ). ....	62
Tabla 8 Resultado de compresión: 3% paja vs 30 L adhesivo natural.....	63
Tabla 9 Resultado de las medias de compresión: 3% paja vs 30 L adhesivo natural (Kg/cm <sup>2</sup> ). ....	64
Tabla 10 Resultado de compresión promedio: 1%, 2%, 3% paja vs 20, 25, 30 L adhesivo natural.....	65
Tabla 11 Resultado de las medias de compresión: 1%, 2%, 3% paja vs 20, 25, 30 L adhesivo natural.....	66
Tabla 12 Resultados de resistencia a la tracción por flexión: muretes de adobe tradicional vs. adobe compactado de bagazo de caña. ....	67
Tabla 13 Prueba de normalidad: Muestras con 1%, 2%, 3% de paja vs. compresión promedio con 20, 25 y 30 L de adhesivo natural.....	69
Tabla 14 Análisis de Wilcoxon: Comparación de compresión promedio con 1%, 2%, 3% paja y 20, 25, 30 L adhesivo natural.....	70
Tabla 15 Prueba de normalidad: Muestras con 1% de paja vs. capacidad de compresión con 20 L de adhesivo natural. ....	71
Tabla 16 Análisis de Wilcoxon para compresión: 1% de paja vs. 20 L adhesivo natural.....	72
Tabla 17 Análisis de normalidad: 2% de paja vs. 25 L adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> ).....	73
Tabla 18 Análisis T-Student para compresión: 2% paja vs. 25 L adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> ).....	73

Tabla 19 Análisis de normalidad: 3% paja vs. 30 L adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> ). .....	74
Tabla 20 Prueba T-Student para compresión: 3% paja vs. 30 L adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> )......	75
Tabla 21 Prueba de normalidad: adobe tradicional y adobe compactado de bagazo de caña .....	76
Tabla 22 Análisis t: Comparación de tracción por flexión en muretes de adobe tradicional vs. adobe compactado de bagazo de caña. ....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elaboración del adobe de tierra .....	26
Figura 2 Deterioro del adobe por la humedad .....	27
Figura 3 Tamizaje y pesaje del agregado grueso .....	42
Figura 4 Habilitación de paja en distintas proporciones para posterior elaboración de las muestras .....	42
Figura 5 Pesaje y separación por proporciones de la paja para posterior elaboración de las muestras .....	43
Figura 6 Preparación de la mezcla para la elaboración de las muestras de adobe con paja .....	43
Figura 7 Elaboración de las muestras de adobe con paja .....	44
Figura 8 Elaboración de las muestras de adobe hecho con 1%, 2% y 3% de paja .....	44
Figura 9 Selección del bagazo de caña .....	45
Figura 10 Habilitación y pesaje del bagazo de caña para su posterior elaboración en muestras.....	45
Figura 11 Preparación del adhesivo natural en distintas proporciones .....	46
Figura 12 Elaboración de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural .....	46
Figura 13 Verificación de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural posterior curado .....	47
Figura 14 Verificación de las muestras de adobe hechas con paja y de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural para su posterior ensayo de compresión. ....	47
Figura 15 Ensayo de las muestras de adobe hechas con 1% y 2% de paja.....	48
Figura 16 Ensayo de las muestras de adobe hechas con 3% de paja.....	48
Figura 17 Muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural listos para ser ensayadas .....	49
Figura 18 Ensayo de muestras de adobe compactado hecho con bagazo de caña y 20 L de adhesivo natural .....	49
Figura 19 Ensayo de muestras de adobe compactado hecho con bagazo de caña y 25 L de adhesivo natural .....	50

Figura 20	Ensayo de muestras de adobe compactado hecho con bagazo de caña y 30 L de adhesivo natural .....	50
Figura 21	Observación de rotura de las muestras después de ser ensayadas .....	51
Figura 22	Preparación de la tierra y recolección de la caña seca .....	52
Figura 23	Preparación del adhesivo natural .....	52
Figura 24	Mezclado del adhesivo natural (almidón de maíz) con el bagazo de caña .....	53
Figura 25	Elaboración de los adobes compactados de caña.....	53
Figura 26	Preparación de los adobes de tierra .....	54
Figura 27	Secado de los adobes tradicionales y los adobes comprimidos de bagazo de caña .....	54
Figura 28	Elaboración de los muretes de adobe.....	55
Figura 29	Elaboración de los muretes de los ladrillos de bagazo de caña ..	55
Figura 30	Foto poblacional de los muretes de adobe y ladrillos de bagazo de caña .....	56
Figura 31	Ensayo de compresión diagonal o también llamado ensayo a tracción por flexión en muretes de adobes tradicionales Norma E.080 .....	56
Figura 32	Rotura del murete del adobe con adición del 3% de paja.....	57
Figura 33	Ensayo de capacidad de compresión diagonal del murete hecho con ladrillos de bagazo de caña.....	57
Figura 34	Rotura del murete del hecho con ladrillos de bagazo de caña ....	58
Figura 35	Comparación de la capacidad de compresión: 1% paja vs 20 L adhesivo natural.....	60
Figura 36	Comparación de compresión: 2% paja vs 25 L adhesivo natural (Kg/cm <sup>2</sup> ). .....	62
Figura 37	Comparación de la capacidad de compresión: 3% paja vs 30 L adhesivo natural.....	64
Figura 38	Comparación de compresión promedio: 1%, 2%, 3% paja vs 20, 25, 30 L adhesivo natural.....	66
Figura 39	Comparación de la resistencia a la tracción por flexión de muretes del adobe tradicional y adobe compactado de bagazo caña .....	68

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo principal comparar la capacidad de compresión de los adobes tradicionales, elaborados con diferentes porcentajes de paja, frente a bloques de adobe compactados, fabricados con una mezcla de bagazo de caña y un adhesivo natural. Esta comparación se realizó para determinar cuál de las dos opciones presenta un mejor comportamiento en términos de resistencia compresiva. La investigación se llevó a cabo en el año 2024, utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi-experimental. Para la selección de los bloques a estudiar, se empleó un muestreo no probabilístico, asegurando así la diversidad en las muestras analizadas.

En la comparación de los promedios de capacidad de compresión entre los diferentes grupos de estudio, se observó un mejor desempeño en las muestras hechas con bagazo de caña que incluían adhesivo natural, con un valor promedio de 29,99 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con las muestras de adobe que contenían paja, las cuales registraron un promedio de 28,54 kg/cm<sup>2</sup>. Esta diferencia en la capacidad de compresión fue respaldada por un análisis estadístico riguroso, donde se obtuvo un valor de  $W=0,005 < 0,05$ , lo que demuestra una diferencia significativa entre ambos grupos evaluados.

En última instancia, los resultados del estudio permitieron concluir que los adobes compactados fabricados con bagazo de caña y adhesivo natural presentan una mayor capacidad de compresión en comparación con los bloques de adobe elaborados siguiendo las especificaciones de la norma E.080. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para aplicaciones prácticas en la construcción utilizando materiales locales en la localidad de Huánuco. Además, ofrecen una perspectiva crítica para los profesionales del sector de la construcción con tierra y contribuyen al avance del conocimiento científico sobre el uso sostenible de materiales en la edificación.

**Palabras clave:** Capacidad de compresión, bagazo de caña, adhesivo natural, paja y adobe.

## ABSTRACT

The main objective of the study was to compare the compressive strength of traditional adobe bricks, made with varying percentages of straw, versus compacted adobe blocks, manufactured with a mixture of sugarcane bagasse and a natural adhesive. This comparison was conducted to determine which of the two options exhibits better behavior in terms of compressive strength. The research was carried out in 2024, using a quantitative approach and a quasi-experimental design. For the selection of the blocks to be studied, a non-probabilistic sampling method was employed, ensuring diversity in the analyzed samples.

In the comparison of average compressive strength between the different study groups, a better performance was observed in the samples made with sugarcane bagasse and natural adhesive, with an average value of 29.99 kg/cm<sup>2</sup>, compared to the adobe samples containing straw, which recorded an average of 28.54 kg/cm<sup>2</sup>. This difference in compressive strength was supported by a rigorous statistical analysis, where a value of  $W=0.005 < 0.05$  was obtained, indicating a significant difference between the two evaluated groups.

Ultimately, the results of the study led to the conclusion that compacted adobe bricks made with sugarcane bagasse and natural adhesive have a higher compressive strength compared to adobe blocks made following the specifications of standard E.080. These findings provide valuable information for practical applications in construction using local materials in the Huánuco region. Furthermore, they offer a critical perspective for professionals in the earth construction sector and contribute to the advancement of scientific knowledge on the sustainable use of materials in building construction.

**Keywords:** Compressive strength, sugarcane bagasse, natural adhesive, straw, and adobe.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la búsqueda de materiales de construcción sostenibles y de bajo costo se ha vuelto fundamental en el desarrollo de infraestructuras en áreas rurales y urbanas de bajos recursos. El adobe un material tradicionalmente utilizado en la construcción, destaca por su disponibilidad y bajo costo, además de sus propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, su resistencia mecánica, particularmente su capacidad de compresión, ha sido un aspecto crítico que limita su uso en estructuras que requieren mayor capacidad de carga.

En Perú, la norma técnica E.080 regula las especificaciones para la construcción con adobe, incluyendo la composición y métodos de fabricación, con el objetivo de asegurar la estabilidad y seguridad de las edificaciones. A pesar de esto, las técnicas tradicionales de fabricación de adobe que incorporan paja u otros materiales orgánicos han mostrado limitaciones en cuanto a la resistencia compresiva.

Con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del adobe, se han explorado diversas alternativas, incluyendo la incorporación de residuos agrícolas y adhesivos naturales. El bagazo de caña, un subproducto de la industria azucarera, ha emergido como un potencial material de refuerzo debido a su abundancia y características fibrosas, que podrían aumentar la cohesión y resistencia del adobe. Asimismo, el uso de adhesivos naturales se presenta como una opción ecológica y accesible para mejorar las propiedades de los bloques de adobe.

El estudio tiene como finalidad comparar la capacidad de compresión de los adobes tradicionales, construidos conforme a la norma E.080 con paja en su composición, con bloques de adobe compactados producidos a partir de bagazo de caña y adhesivo natural. Este trabajo se llevó a cabo en la región de Huánuco en 2024, bajo un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental, para identificar cuál material tiene mejor desempeño. Los resultados obtenidos buscan proporcionar una base científica y técnica que promueva el uso de materiales locales y sostenibles en la construcción,

contribuyendo al desarrollo de prácticas constructivas más seguras y eficientes en las comunidades locales.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la región de Huánuco, la construcción con adobe tradicional es una práctica arraigada, especialmente en áreas rurales; sin embargo, la baja capacidad de compresión de este material limita su aplicación en estructuras más grandes. Un recurso abundante en la región es el bagazo de caña, un subproducto agroindustrial que podría ser empleado como componente para desarrollar un tipo de adobe innovador. Se espera que este nuevo material posea propiedades mejoradas que contribuyan a elevar la capacidad de compresión del adobe convencional.

En términos de antecedentes, la Norma E.080 establece que la capacidad de compresión mínima para el adobe debe ser de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, estudios previos han indicado que la capacidad de compresión del adobe tradicional varía entre 5 y 20 kg/cm<sup>2</sup>, dependiendo de factores como la composición del suelo y el proceso de elaboración. Las limitaciones en la resistencia a la compresión del adobe tradicional se deben principalmente a la baja cohesión entre las partículas del suelo, su alta porosidad y su vulnerabilidad a la erosión causada por el agua. En cuanto a la capacidad de los muros de adobe tradicional para soportar cargas horizontales, como las provocadas por sismos, existen restricciones significativas. Por ejemplo, la resistencia a la tracción por flexión de los muros se limita, como mínimo, a 1.42 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que su capacidad para resistir esfuerzos de corte alcanza un mínimo de 0.25 kg/cm<sup>2</sup> (Norma E.080, 2017).

Las ventajas notables del bagazo de caña incluyen su alta capacidad de absorción de agua, buena resistencia a la tracción, y propiedades aislantes térmicas y acústicas (Reynoso, 2021). Razón por la cual la investigación se centra en desarrollar un tipo de adobe orgánico mediante la inclusión de bagazo de caña y adhesivo natural, este estudio aportará al mejoramiento de la calidad y durabilidad de las construcciones basadas en adobe, así como a

la expansión de su aplicación en la edificación de viviendas y otras estructuras.

Por lo tanto, la importancia de la presente investigación radica en la comparación entre la capacidad de compresión del adobe tradicional y la de un adobe compactado elaborado con bagazo de caña y adhesivo natural. En la cual el propósito fundamental es determinar si un adobe orgánico hecho a base de fibra de bagazo de caña y adhesivo natural tiene un mejor comportamiento a la capacidad de compresión frente al adobe tradicional, abriendo así posibilidades para su aplicación más amplia en la construcción de viviendas en la región de Huánuco.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿Cuál es la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024?

### **1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO**

PE1: ¿Cuál es la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña?

PE2: ¿Cuál es la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña?

PE3: ¿Cuál es la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición 30 L adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña?

PE4: ¿Cuál es la diferencia de la resistencia a la tracción por flexión de un murete de adobe tradicional con un murete de adobe compactado de bagazo de caña?

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Determinar la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

OE2: Determinar la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

OE3: Determinar la variación de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 30 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

OE4: Determinar la diferencia de la resistencia a la tracción por flexión de un murete de adobe tradicional con un murete de adobe compactado de bagazo de caña.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Actualmente, los ladrillos de tierra compactada son elementos estructurales que exhiben propiedades mecánicas favorables, aunque con ciertas limitaciones en su consistencia y composición. Pero para aquellos que eligen este material en sus proyectos, se recomienda considerar la aplicación de tecnologías constructivas novedosas con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de estos ladrillos. Específicamente, se propone la incorporación de bagazo de caña y un adhesivo natural. Estas innovaciones no solo pretenden conservar las prácticas constructivas tradicionales, sino también reforzar de manera significativa las estructuras construidas con este material.

Es crucial destacar que hasta el momento se ha notado una carencia de investigaciones exhaustivas sobre la aplicación de tecnologías innovadoras en favor de los ladrillos compactados, especialmente aquellas que se centran en el uso de bagazo de caña en conjunto con un adhesivo natural. La incorporación de estas tecnologías no solo tiene la capacidad de elevar la durabilidad y resistencia de este material, sino que también representa un paso fundamental hacia el avance de estructuras más seguras y capaces de enfrentar eventos sísmicos.

### **Justificación práctica**

El objetivo central de la investigación es encontrar soluciones efectivas y sostenibles para las construcciones que utilizan ladrillos de tierra compactada como componente principal. La incorporación de bagazo de caña y un adhesivo natural se propone como una opción innovadora para mejorar la capacidad de compresión de estos ladrillos. Este enfoque no solo podría generar beneficios ambientales positivos en términos de reciclaje, sino que también podría llevar a ahorros significativos en los costos de construcción. Al mismo tiempo que extiende la vida útil y fortalece la durabilidad de las estructuras.

### **Justificación teórica**

El estudio se basa en un sólido fundamento de conocimientos en estructuras, estrechamente vinculado con la mecánica de suelos y la resistencia de materiales. La investigación sobre la capacidad de compresión juega un papel crucial en el ámbito de la construcción en general, ya que contribuye a la expansión de los conocimientos en la evaluación de la capacidad de carga de elementos como los ladrillos compactados, así como en la anticipación de su comportamiento frente a diversas condiciones de carga.

### **Justificación metodológica**

Esta investigación busca analizar el impacto del bagazo de caña y un adhesivo natural en la capacidad de compresión de ladrillos compactados. Para ello, se realizarán ensayos de compresión y otras técnicas, evaluando la resistencia de los ladrillos con la mezcla de estos materiales.

## **1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Si bien la investigación se centra en los efectos inmediatos del bagazo de caña y el adhesivo natural en ladrillos compactados, evaluar su durabilidad y resistencia a la degradación a largo plazo es un desafío. Además, su uso podría generar dificultades económicas y logísticas en proyectos de construcción, que no se resuelven completamente en un estudio de laboratorio.

## **1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Viabilidad Teórica**

Este estudio se basa en una sólida base científica, principalmente en ingeniería civil y construcción, con énfasis en geotecnia y materiales de construcción. Su importancia teórica radica en su relevancia para la industria de la construcción, ya que la mejora de las propiedades mecánicas de cualquier material constructivo, especialmente si es ecológico, despierta un gran interés.

### **Viabilidad Económica**

La viabilidad económica del estudio se basa en la disponibilidad de recursos financieros para cubrir los costos de materiales, equipamiento de laboratorio, personal de investigación y otros gastos. En este caso, contamos con los recursos necesarios para la investigación sobre el impacto del bagazo de caña con adhesivo natural en la capacidad de compresión de los ladrillos de tierra compactada. Sin embargo, no se realizarán otros ensayos debido a sus altos costos.

### **Viabilidad Temporal**

Se ha desarrollado un calendario completo que abarca desde la planificación hasta la difusión de resultados. La viabilidad del proyecto se basa en la posibilidad de completarlo en un plazo razonable. Contamos con personal capacitado para ejecutar la investigación dentro del cronograma establecido, lo que es esencial para cumplir con los plazos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

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

Montes (2011), en su investigación, buscó analizar cómo la inclusión de fibra de bagazo de agave impacta en la resistencia a flexión y compresión del adobe compactado. El objetivo fue determinar las dimensiones ideales y concentraciones óptimas de la fibra para mejorar el desempeño mecánico del material. Se produjeron bloques de adobe con diferentes longitudes de fibra (10, 15, 20 y 25 mm) y concentraciones (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1%), manteniendo constante el nivel de humedad. Se llevaron a cabo pruebas de resistencia a flexión y compresión según la norma N-CMT-2-01-001/02 en los adobes con y sin fibra. Los resultados obtenidos revelaron que la resistencia a la flexión del adobe sin fibra fue de 0.56 MPa, mientras que la capacidad de compresión fue de 6.85 MPa. Se observó que la fibra de 25 mm de longitud fue la más eficaz para mejorar la resistencia a la flexión y compresión del adobe. La concentración óptima de fibra fue del 1% para la capacidad de compresión, logrando un aumento del 24.12% en comparación con el adobe sin fibra. Para la resistencia a la flexión, la concentración óptima fue del 0.75%, generando un incremento del 7.86%. En conclusión, se afirmó que la adición de fibra de bagazo de agave al adobe compactado mejora de manera significativa su resistencia a flexión y compresión. Se destacó que la fibra de 25 mm y la concentración del 1% son las más eficaces para mejorar la capacidad de compresión, mientras que la fibra de 25 mm y la concentración del 0.75% son las más eficaces para mejorar la resistencia a la flexión. Asimismo, se concluyó que la utilización de fibra de bagazo de agave como refuerzo en la elaboración de adobe compactado constituye una opción viable para potenciar su comportamiento mecánico y prolongar su durabilidad.

Muñoz (2023), en su estudio, el objetivo principal consistió en examinar los impactos resultantes de incorporar zeolita en la capacidad de compresión del adobe. Además, se buscaba identificar la composición de zeolita más adecuada para maximizar las mejoras en la resistencia del adobe. En el desarrollo del estudio, se confeccionaron bloques de adobe incorporando diversos porcentajes de zeolita, que abarcaron desde el 0% hasta el 30%. Posteriormente, se procedió a evaluar la Capacidad de compresión simple de los adobes a intervalos de 7, 14 y 28 días desde el proceso de curado. Los resultados revelaron un aumento en la Capacidad de compresión del adobe, llegando hasta un 25% con la inclusión de zeolita. La composición óptima de zeolita para potenciar la resistencia del adobe se determinó como un 25%. Finalmente, el autor concluyó en que la inclusión de zeolita se presenta como una opción efectiva para potenciar la capacidad de compresión del adobe. Se estableció que la proporción óptima de zeolita para mejorar dicha resistencia es del 25%.

Ríos (2010), en su estudio, el propósito fue examinar los impactos del látex natural y jabón en la resistencia mecánica, tanto en flexión como en compresión, y en la absorción de agua del adobe compactado. Además, se buscó analizar la interacción entre el látex y el jabón para entender cómo contribuyen conjuntamente a mejorar las propiedades del adobe. Los resultados obtenidos revelaron que la inclusión de 1% de jabón y 2-3% de látex generó un aumento significativo en la resistencia a la flexión y compresión del adobe, en comparación con el adobe sin aditivos. Se observó que el jabón desempeñó un papel como retardante en la plastificación del látex, facilitando una mejor mezcla y una mayor integración de los componentes. La combinación de jabón y látex demostró una reducción en la absorción de agua del adobe, contribuyendo a mejorar su impermeabilidad. Sin embargo, se identificó que la adición de 10% de cemento junto al jabón y látex tuvo un impacto negativo en la resistencia mecánica del adobe, a pesar de lograr una disminución en la absorción de agua. Las conclusiones obtenidas indican que la inclusión de 1% de jabón y 2-3% de látex resulta en una mejora

significativa en la resistencia mecánica y una reducción en la absorción de agua del adobe compactado. Se resalta que el jabón desempeña un papel crucial al retardar la plastificación del látex, lo que contribuye a mejorar la mezcla y la integración de los componentes. La combinación de jabón y látex se presenta como una opción efectiva para potenciar las propiedades del adobe, particularmente en la construcción de viviendas en áreas con elevada humedad.

### **2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES**

Alayo y Diaz (2021), en su estudio, tuvieron como objetivo investigar el efecto del gel de tuna y la paja de trigo en la capacidad de compresión e impermeabilidad del adobe tradicional. Para ello, se elaboraron adobes con diferentes proporciones de gel de tuna (0%, 15%, 20% y 25%) y paja de trigo (0%, 2%, 4% y 6%) y se evaluó la capacidad de compresión y la impermeabilidad de los adobes después de 28 días de curado. Luego de la experimentación, se obtuvo que la capacidad de compresión del adobe sin aditivos fue de 22 kg/cm<sup>2</sup>. La adición de gel de tuna no tuvo un efecto significativo en la capacidad de compresión. La adición de paja de trigo incrementó la capacidad de compresión hasta un 18% con la concentración del 4%. La impermeabilidad del adobe sin aditivos fue del 12.22%. La adición de gel de tuna y paja de trigo redujo la impermeabilidad del adobe hasta un 14.43% con la concentración del 25% de gel de tuna. En la fase conclusiva, los investigadores determinaron que incorporar paja de trigo resulta en una mejora apreciable en la capacidad de compresión del adobe convencional. Asimismo, la combinación de gel de tuna y paja de trigo demostró reducir la permeabilidad del adobe tradicional. En sus recomendaciones, sugieren utilizar paja de trigo como aditivo para potenciar la capacidad de compresión del adobe, siempre teniendo en cuenta que esta mejora no comprometa la impermeabilidad del material.

Rojas (2020), en su investigación, el propósito principal es analizar cómo la incorporación de viruta de madera influye en la capacidad de compresión del adobe compactado. Además, se busca identificar la

proporción ideal de viruta de madera que maximiza la mejora en la capacidad de compresión de dicho adobe. En el desarrollo del experimento, se confeccionaron bloques de adobe con distintos porcentajes de viruta de madera, abarcando el 0%, 2.5%, 5%, y 7%. Se procedió a evaluar la capacidad de compresión del adobe a los 14 y 28 días desde su fabricación. Los resultados indicaron un incremento progresivo en la capacidad de compresión del adobe al introducir viruta de madera, alcanzando su punto óptimo en un 5%. La dosificación ideal de viruta de madera se estableció en un 5%, evidenciando una capacidad de compresión de 10.05 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 16.73 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Los hallazgos conclusivos revelan que la inclusión de viruta de madera constituye una mejora significativa en la capacidad de compresión del adobe compactado. La proporción óptima de viruta de madera se identifica como un 5%. En este sentido, el adobe enriquecido con viruta de madera se posiciona como una alternativa factible para la edificación de viviendas en áreas rurales.

Alcántara (2018), en su investigación, el objetivo consistió en examinar los impactos de la incorporación de miel de caña de azúcar en tres concentraciones distintas (0%, 3%, y 5%) en la capacidad de compresión del adobe compactado. Los resultados obtenidos indicaron un incremento sustancial en la capacidad de compresión del adobe al agregar miel de caña de azúcar en comparación con el adobe que no contenía miel (grupo de control). La mejora en la capacidad de compresión fue más pronunciada al emplear una concentración del 5% de miel de caña de azúcar, alcanzando un aumento del 27% respecto al grupo de control. Asimismo, la inclusión del 3% de miel de caña de azúcar también exhibió un aumento significativo en la capacidad de compresión, registrando un incremento del 4% en comparación con el grupo de control. Las conclusiones extraídas indican que la miel de caña de azúcar presenta un potencial como aditivo natural para realzar la capacidad de compresión del adobe compactado. Se destaca que la

inclusión del 5% de miel de caña de azúcar se revela como la opción más eficaz para mejorar la Capacidad de compresión del adobe.

### **2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES**

Cueva y Ynga (2022), en su investigación, tuvieron como objetivo explorar la aplicación de la fibra y el jugo de maguey (agave americana) con el fin de mejorar las características físico-mecánicas de la mampostería de adobe tradicional en el Centro Poblado de Pichipampa, Huánuco. Los resultados obtenidos revelaron que la inclusión de fibra de maguey en la mezcla de adobe generó incrementos significativos, alcanzando hasta un 40% en capacidad de compresión y hasta un 25% en resistencia a la flexión en comparación con el adobe convencional. Por otro lado, el uso del zumo de maguey también tuvo un impacto positivo, aumentando la capacidad de compresión hasta un 20% y la resistencia a la flexión hasta un 15%. La combinación de fibra y zumo de maguey produjo los resultados más destacados, logrando un aumento de hasta un 50% en capacidad de compresión y hasta un 30% en resistencia a la flexión del adobe en comparación con el adobe tradicional. Las conclusiones extraídas indican que tanto la fibra como el zumo de maguey presentan potencial como aditivos naturales para realzar las propiedades físico-mecánicas de la mampostería de adobe tradicional. Se destaca que la incorporación conjunta de fibra y zumo de maguey se revela como la opción más eficaz para mejorar tanto la capacidad de compresión como la resistencia a la flexión del adobe.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 ADOBE**

El adobe, material ancestral y versátil, ha experimentado un resurgimiento en la construcción sostenible. La norma peruana E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada" establece los lineamientos técnicos para su uso seguro y eficiente. El adobe se define como un ladrillo sin cocer, compuesto por arcilla, limo, arena y agua. Sus propiedades físicas y mecánicas dependen de la composición

granulométrica y la plasticidad de la tierra utilizada. La norma E.080 establece requisitos específicos para la granulometría, plasticidad y capacidad de compresión del adobe (Norma E.080, 2017).

**Figura 1**

*Elaboración del adobe de tierra*



*Nota.* Elaboración del adobe de tierra. Fuente: (Colón, 2021).

### **Ventajas del adobe**

El adobe presenta diversas ventajas, siendo un material sostenible al ser natural, renovable y biodegradable, con una producción que no requiere grandes cantidades de energía ni emite contaminantes. Además, destaca por su eficiencia energética gracias a su alta inercia térmica, permitiendo almacenar calor durante el día y liberarlo durante la noche para regular la temperatura interior. Aporta confort ambiental al ser higroscópico, absorbiendo y liberando humedad para regular la humedad relativa del aire. Asimismo, las construcciones de adobe bien diseñadas pueden perdurar por siglos, añadiendo un componente de durabilidad a sus cualidades (Norma E.080, 2017).

**Tabla 1**

*Propiedades mecánicas del adobe*

<b>Propiedad</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Norma de ensayo</b>
<b>Capacidad de compresión simple</b>	10,2 kg/cm <sup>2</sup>	E.080

<b>Resistencia de muros a la tracción por flexión</b>	1,42 kg/cm <sup>2</sup>	E.080
<b>Esfuerzo admisible al corte</b>	0.25 kg/cm <sup>2</sup>	E.080

*Nota.* Valores de las propiedades mecánicas del adobe tradicional. Fuente: (Norma E.080, 2017).

### **Desventajas del adobe**

A pesar de sus ventajas, el adobe presenta desventajas notables. Su susceptibilidad a la erosión por agua constituye un riesgo significativo, y la norma E.080 establece medidas para salvaguardar las construcciones de adobe de los efectos perjudiciales de la humedad. Asimismo, el adobe exhibe una resistencia mecánica relativamente baja en comparación con otros materiales de construcción, y la norma E.080 especifica requisitos para garantizar la resistencia adecuada del adobe (Norma E.080, 2017).

#### **Figura 2**

*Deterioro del adobe por la humedad*



*Nota.* Muros de adobe afectados por la lluvia. Fuente: (Gómez Patrocinio et al., 2019).

### **2.2.2 ADOBE COMPACTADO ECOLÓGICO**

La técnica de construcción para el adobe compactado o también llamado bloques de tierra compactada, se basa en el uso de tierra cruda para crear unidades de construcción (Martínez, 2015). Los adobes

compactados tienden a tener una capacidad de compresión moderada. La adición de otros materiales como paja u otros aditivos pueden mejorar sus propiedades físicas y mecánicas (Roux, 2011).

Se emplea tierra autóctona, comúnmente con contenido arcilloso, al cual se le añade arena y otros componentes para potenciar sus características mecánicas y estabilidad. Adicionalmente, se incorporan estabilizantes como paja o fibras vegetales, entre otros aditivos, con el propósito de fortalecer la mezcla y prevenir la formación de fisuras (Pastor Quiles, 2017). El proceso de compactación implica la formación de bloques al comprimir la tierra en moldes, ya sea de manera manual mediante la presión aplicada por trabajadores o utilizando máquinas compactadoras. Es esencial mantener un control preciso del contenido de humedad para asegurar una compactación efectiva; la tierra debe tener la cantidad apropiada de agua para lograr cohesión sin estar excesivamente húmeda (Mompó, 2015).

Tras la etapa de compactación, es necesario someter los bloques de tierra a un proceso de secado para eliminar la humedad y potenciar su resistencia. El curado adecuado juega un papel crucial al prevenir la retracción excesiva y la formación de grietas durante el periodo de secado (Hoz Onrubia et al., 2003).

### **2.2.3 BAGAZO DE CAÑA**

El bagazo de caña es un subproducto fibroso que queda después de extraer el jugo de la caña de azúcar durante el proceso de producción de azúcar (Sánchez et al., 2015). El bagazo de caña es una biomasa residual derivada del proceso de extracción de jugo de caña en la industria azucarera. Después de la molienda de la caña, el bagazo se separa como una fibra rica en celulosa (Subirós Ruiz, 1995).

El bagazo de caña está compuesto principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, junto con cantidades variables de agua, azúcares solubles, proteínas y otros compuestos orgánicos (Reynoso, 2021).

**Tabla 2***Composición química del bagazo de caña*

<b>Componente</b>	<b>Contenido (%)</b>
Celulosa	40 - 50
Hemicelulosa	20 - 30
Lignina	15 - 25
Cenizas	2 - 5
Extraíbles	5 - 10

*Nota.* Composición química del bagazo de caña según el porcentaje de contenido.

Fuente: (Resano, 2022).

## **2.2.4 ADHESIVO NATURAL**

Los adhesivos naturales son sustancias que se obtienen a partir de fuentes renovables y biodegradables (Seymour y Carraher, 2021). Los adhesivos naturales provienen de fuentes orgánicas, como plantas, animales o minerales. Estos materiales son renovables y suelen ser más sostenibles que los adhesivos sintéticos derivados del petróleo (Elías Castells, 2012).

Muchos adhesivos naturales se basan en polisacáridos y proteínas presentes en plantas y animales. Ejemplos incluyen almidones, gomas, proteínas de origen vegetal (como gluten) y colágeno de origen animal. La eficacia de un adhesivo radica en su capacidad para formar enlaces cohesivos con la superficie de los materiales que se están uniendo. En adhesivos naturales, esto suele implicar interacciones moleculares específicas, como enlaces de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals (Trujillo, 2022).

Uno de los aspectos clave de los adhesivos naturales es su capacidad para degradarse de manera natural con el tiempo, contribuyendo así a la reducción de residuos y la sostenibilidad ambiental (Castro Martínez, 2006). La producción de adhesivos naturales a menudo implica procesos más sostenibles en comparación con la síntesis de adhesivos sintéticos. La extracción y procesamiento

de materias primas naturales pueden tener un menor impacto ambiental (Pérez, 2014).

### **2.2.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

La capacidad de compresión es una propiedad mecánica fundamental de los materiales que describe su capacidad para resistir fuerzas que actúan para reducir su volumen o comprimirlos (Tipler y Mosca, 2004). En el ensayo de capacidad de compresión, el material se somete a una carga axial, que es una fuerza aplicada en la dirección opuesta a la dirección original del material. Esto simula situaciones donde un material está siendo comprimido (Callister, 2020).

La norma peruana E.080 exige que las muestras de adobe para ensayos de compresión sean cubos de 10 cm de arista y que su resistencia última supere los 10,2 kg/cm<sup>2</sup>. En otras palabras, para que un adobe sea considerado adecuado para la construcción, debe ser capaz de soportar una carga de más de 10,2 kg por cada centímetro cuadrado de su superficie. Esta medida asegura que las construcciones de adobe sean seguras y durables (Norma E.080, 2017).

### **2.2.6 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL MURETE**

El Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la norma E.080, establece requisitos claros para evaluar la resistencia del murete a la tracción indirecta. Este análisis comienza con la determinación de la resistencia última a la tracción por flexión de los muros ( $f_t$ ), la cual se calcula dividiendo la carga aplicada al espécimen entre dos veces el producto de la anchura del muro y su espesor ( $p/2a \cdot e_m$ ). Este valor debe alcanzar al menos 1.42 kg/cm<sup>2</sup>. Posteriormente, se determina el esfuerzo admisible de corte ( $V_m$ ), cuya resistencia última es de 0.25 kg/cm<sup>2</sup>, obtenida a partir de ensayos realizados en muestras de 0.65 m x 0.65 m x  $e_m$ . Los cálculos respectivos deben efectuarse siguiendo las fórmulas establecidas en los apartados 8.5 y 8.6 del artículo 8 (Norma E.080, 2017).

## **2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES**

### **Adhesivos sintéticos**

Los adhesivos sintéticos, también conocidos como adhesivos o pegamentos industriales, son sustancias fabricadas químicamente que se utilizan para unir o pegar diferentes materiales (Delgado Durán, 2020).

### **Adherencia**

En el contexto de adhesivos o pegamentos, la adherencia se refiere a la fuerza con la que el adhesivo se une a la superficie de un material (Cervera y Blanco, 2002).

### **Aditivos**

Los aditivos son sustancias que se añaden a otros materiales con el propósito de mejorar o modificar ciertas propiedades o características (Criado Sanz et al., 2006).

### **Deformabilidad**

La deformabilidad se refiere a la capacidad de un material para cambiar su forma bajo la aplicación de fuerzas externas, sin llegar a romperse o fracturarse (Borie et al., 2008).

### **Tierra autóctona**

Se refiere a la tierra que es originaria o nativa de un lugar en particular y de forma general se utiliza para describir la conexión ancestral de las comunidades con la tierra en la que han vivido durante generaciones (Costa et al., 2017).

### **Estabilizantes**

Los estabilizantes son sustancias que se añaden a alimentos, medicamentos, polímeros, y otros productos para mejorar o mantener sus propiedades físicas y químicas durante su almacenamiento, procesamiento y vida útil (Elmadfa et al., 2011).

## **Fisuras**

Las fisuras son grietas o aberturas estrechas y alargadas que se forman en diversos materiales, como suelos, rocas, concreto, paredes, entre otros (Pino Tarragó et al., 2018).

## **Cohesión**

La cohesión se refiere a la fuerza de atracción que mantiene unidas las partículas de un material. En términos más simples, es la capacidad de las moléculas o partículas de una sustancia para adherirse entre sí (Rodríguez Avial Llardent, 2013).

## **Celulosa**

La celulosa es un polisacárido que forma la estructura principal de las paredes celulares en las plantas y algunas algas (Lucas López, 2001).

## **Hemicelulosa**

La hemicelulosa es un polisacárido complejo que se encuentra en las paredes celulares de plantas, junto con la celulosa (Lodish, 2005).

## **Lignina**

Es un componente esencial que proporciona rigidez y resistencia a las plantas, contribuyendo a su estructura y soporte (Lucas López, 2001).

## **Azúcares solubles**

Los azúcares solubles son carbohidratos simples que se disuelven fácilmente en agua y desempeñan un papel importante en la nutrición, ya que proporcionan una fuente rápida de energía para el organismo (Potter y Hotchkiss, 1999).

## **Degradación**

La degradación se refiere al proceso de descomposición, descomposición o disminución de la calidad, estructura o forma de un material o sustancia (Almorox Alonso et al., 2011).

## **Sostenibilidad ambiental**

La sostenibilidad ambiental se refiere a la capacidad de los sistemas naturales para mantenerse equilibrados, diversificados y capaces de regenerarse a lo largo del tiempo (Romero, 2012).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

HG: Existe una diferencia significativa de las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024.

### **2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE3: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con

bagazo de caña que incluye la adición de 30 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE4: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la tracción por flexión de un murete de adobe tradicional con un murete de adobe compactado de bagazo de caña.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLES DEPENDIENTES**

VD1: Resistencia a la compresión del adobe

VD2: Resistencia a la compresión del adobe compactado hecho con bagazo de caña.

### **2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

VI 1: Adición de paja

VI 2: Adición de adhesivo natural (almidón de maíz)

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE 1:</b>  Paja	La paja que se usa en la elaboración de adobes es un material fibroso vegetal, generalmente de trigo, cebada o centeno, que se agrega a la mezcla de tierra y agua para mejorar sus propiedades (Maiztegui, 2020).	Las fibras de paja para los adobes de tierra secados al sol se definen operacionalmente como filamentos longitudinales provenientes de tallos de plantas de cereal, como trigo o cebada, que se incorporan a la mezcla de tierra cruda y otros componentes durante la fabricación de adobes. La cantidad específica de fibras se mide en términos de peso o volumen en relación con la masa total de la mezcla.	Adición de 1%, 2% y 3% fibras de paja de trigo respecto del peso de la masa total de la mezcla.	Kilos (Kg)	Ficha de laboratorio del ensayo.	La escala empleada es escalar o de razón.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE 1:</b>  Resistencia a la compresión del adobe.	La capacidad de compresión se refiere a la habilidad de un material para resistir una fuerza que busca comprimirlo, siendo definida como la carga máxima que dicho material puede soportar por unidad de área antes de experimentar un fallo. En los adobes, se pueden encontrar valores entre 1 y 1,5 MPa (Norma E.080, 2006).	La máxima fuerza ejercida perpendicularmente sobre una muestra representativa de adobe, dividida por la superficie de la muestra, hasta que se produce un fallo estructural evidente. Esta medida se expresa en términos de presión o carga por unidad de área.	Capacidad de compresión del adobe con 1%, 2% y 3% de fibras de paja de trigo.	(kg/cm <sup>2</sup> )		

**VARIABLE INDEPENDIENTE 2:**

Adhesivo natural

Un adhesivo natural es una sustancia que se obtiene de recursos naturales y que se utiliza para unir dos o más materiales. Estos adhesivos se obtienen de plantas, como el almidón, la dextrina, la goma arábiga y el caucho natural (Intercol BV, 2020).

El adhesivo natural hecho a base de almidón de maíz se añadirá a la mezcla en una proporción de litros por cada 25 kg de fibras de bagazo de caña.

Adición de 20, 25 y 30 L por 25 kg de fibras de bagazo de caña seca.

L

Ficha de laboratorio del ensayo.

**VARIABLE DEPENDIENTE 2:**

Capacidad de compresión del adobe compactado hecho con bagazo de caña de azúcar.

La capacidad de compresión es una propiedad mecánica de los materiales que describe su capacidad para resistir fuerzas de compresión o aplastamiento. Se define como la máxima carga o fuerza que un material puede soportar por unidad de área antes de experimentar un fallo o deformación permanente (Tipler & Mosca, 2004).

La máxima fuerza ejercida perpendicularmente sobre una muestra representativa de adobe, dividida por la superficie de la muestra, hasta que se produce un fallo estructural evidente. Esta medida se expresa en términos de presión o carga por unidad de área.

Capacidad de compresión del adobe con 20, 25 y 30 L de adhesivo natural por 25 kg de fibras de bagazo de caña seca.

(kg/cm<sup>2</sup>)

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación aplicada se caracteriza como una forma de investigación científica orientada a generar conocimiento con un propósito práctico específico. Se fundamenta en los conocimientos y teorías desarrolladas en la investigación básica con el fin de abordar problemas concretos en la sociedad o en sectores productivos. En otras palabras, su enfoque se centra en hallar soluciones para cuestiones prácticas en áreas como la vida diaria, la industria, la agricultura, la salud, entre otras, así como en el desarrollo de nuevos productos, tecnologías o procesos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas (Rodríguez, 2020).

El enfoque de la investigación se dirige hacia la incorporación de adhesivo natural derivado de almidón de maíz en la mezcla de bagazo de caña. Este adhesivo tiene como objetivo proporcionar cohesión a los componentes. Para verificar la eficacia de esta adición, se llevará a cabo el ensayo de compresión y como alcance adicional ensayos de la resistencia de muros a tracción por flexión en los especímenes.

##### **3.1.1 ENFOQUE**

El enfoque cuantitativo en una investigación es un método que utiliza datos numéricos para describir, explicar y predecir fenómenos. Se basa en la recogida de datos mediante instrumentos estandarizados, como encuestas, cuestionarios o experimentos, y en el análisis de esos datos mediante métodos estadísticos (Hernández, 2018).

La investigación analizará la capacidad de compresión de dos tipos de adobes: aquellos con diferentes proporciones de paja y aquellos compactados con bagazo de caña de azúcar y adhesivo natural. Se analizarán datos numéricos para comparar la resistencia de ambos tipos

de adobe y determinar la influencia de la paja y el bagazo en su resistencia.

### **3.1.2 ALCANCE O NIVEL**

El nivel explicativo en una investigación se refiere al grado en el cual se busca entender y explicar las relaciones causales o las conexiones entre las variables estudiadas. En otras palabras, implica la capacidad de la investigación para proporcionar explicaciones detalladas sobre por qué ocurren ciertos fenómenos o eventos. Va más allá de la descripción para identificar y explicar las relaciones de causa y efecto entre las variables (Hernández, 2018).

La investigación se centra en dos análisis: el primero estudia cómo la adición de paja en diferentes proporciones afecta la capacidad de compresión del adobe tradicional. El segundo análisis se concentra en el efecto del adhesivo natural en la capacidad de compresión de adobes compactados hechos con bagazo de caña de azúcar. Además de lo señalado en el alcance principal, esta investigación se complementa con un análisis comparativo de la resistencia a la tracción por flexión entre un murete de adobe tradicional y un murete de adobe compactado con bagazo de caña.

### **3.1.3 DISEÑO**

Un diseño cuasi experimental es un tipo de diseño de investigación que se utiliza para estudiar la relación causal entre dos variables, sin asignar aleatoriamente los sujetos a los diferentes grupos de tratamiento. En este tipo de diseños, no se tiene un control completo sobre las variables extrañas, lo que puede afectar la validez interna de la investigación (Hernández, 2018).

Se utilizará un diseño factorial 2x2 para comparar la capacidad de compresión del adobe. Se analizarán dos tipos de adobe: adobe con paja (en proporciones de 1%, 2% y 3%) y adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural (en cantidades de 20 L, 25 L y 30 L). Se

realizarán seis experimentos, uno para cada combinación de tipo de adobe y cantidad de material añadido. Se analizarán los resultados para determinar si hay un efecto significativo del tipo de adobe, la cantidad de material añadido o la interacción entre ambos factores sobre la capacidad de compresión del adobe.

2	X	2
X1		Y1
X2		Y2

Donde:

X1: Muestras de adobe que incluyen la adición de paja en proporciones del 1%, 2% y 3% con respecto al peso seco de los agregados.

Y1: Capacidad de compresión de las muestras de adobe con adición de 1%, 2% y 3% con respecto al peso seco de los agregados.

X2: Muestras de adobe compactado con bagazo de caña que incluyen la adición de 20 L, 25 L y 30 L de adhesivo natural por 25 kg de fibras de bagazo de caña.

Y2: Capacidad de compresión de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L, 25 L y 30 L de adhesivo natural por 25 kg de fibras de bagazo de caña.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 POBLACIÓN**

En el ámbito de la investigación, la población abarca el conjunto completo de elementos, que pueden ser individuos, objetos o eventos, que se analizan, que cumplen con criterios o características específicas, siendo el punto central del estudio (Reyes, 2022).

La población estará compuesta por un conjunto de 60 ejemplares, que incluyen bloques de adobe compactado y otros hechos completamente de bagazo de caña y almidón de maíz (adhesivo natural),

las cuales serán sometidas a compresión y 8 muretes para el ensayo complementario de resistencia de muros a tracción por flexión de cada tipo de adobe.

### 3.2.2 MUESTRA

En una investigación, una muestra no probabilística es un grupo de elementos seleccionados de la población de estudio de manera no aleatoria, sin que todos los integrantes de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionados. (Zacarías y Supo, 2020).

A continuación, se presentan las muestras realizadas utilizando bagazo de caña y un adhesivo natural, junto con las muestras fabricadas de acuerdo con las especificaciones de la norma E.080, cabe recalcar que estas muestras tendrán medidas de 10 cm x 10 cm x 10 cm.

**Tabla 3**

*Distribución de las muestras para el experimento - ensayo a compresión*

<b>Adobes con adición de paja</b>	<b>Cant. de muestras</b>	<b>Adobes compactados hechos con bagazo de caña y adhesivo natural</b>	<b>Cant. de muestras</b>
Muestras de adobe que incluyen la adición de paja en proporciones del 1% con respecto al peso seco de los agregados.	10	Muestras de adobe compactado con bagazo de caña que incluyen la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de fibra de bagazo de caña.	10
Muestras de adobe que incluyen la adición de paja en proporciones del 2% con respecto al peso seco de los agregados.	10	Muestras de adobe compactado con bagazo de caña que incluyen la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de fibra de bagazo de caña.	10
Muestras de adobe que incluyen la adición de paja en proporciones del	10	Muestras de adobe compactado con bagazo de caña que incluyen la adición de 30 L de	10

3% con respecto al peso seco de los agregados.		adhesivo natural por 25 kg de fibra de bagazo de caña.	
<b>TOTAL=</b>	<b>30</b>	<b>TOTAL=</b>	<b>30</b>

### 3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleó la observación directa como método para la recolección de datos en la investigación, lo cual permitió acceder a información precisa sobre las variables de interés. Además, se emplearon técnicas de laboratorio en aquellos casos donde fue necesario el uso de instalaciones especializadas para la obtención de datos.

Se elaboraron bloques de adobe con la incorporación de paja en proporciones del 1%, 2%, y 3% respecto al peso seco de los agregados, así como bloques compactados que combinaban bagazo de caña con adhesivo natural en diferentes volúmenes, específicamente 20, 25, y 30 litros por 25 kg de bagazo de caña. Para cada nivel de adición, se fabricaron 10 muestras de bloques con dimensiones de 10 cm x 20 cm x 8 cm, destinadas a pruebas de compresión.

Todas las muestras fueron identificadas adecuadamente, y el proceso experimental se documentó con fotografías para facilitar su comprensión y análisis.

**Figura 3**

*Tamizaje y pesaje del agregado grueso*



**Figura 4**

*Habilitación de paja en distintas proporciones para posterior elaboración de las muestras*



**Figura 5**

*Pesaje y separación por proporciones de la paja para posterior elaboración de las muestras*



**Figura 6**

*Preparación de la mezcla para la elaboración de las muestras de adobe con paja*



**Figura 7**

*Elaboración de las muestras de adobe con paja*



**Figura 8**

*Elaboración de las muestras de adobe hecho con 1%, 2% y 3% de paja.*



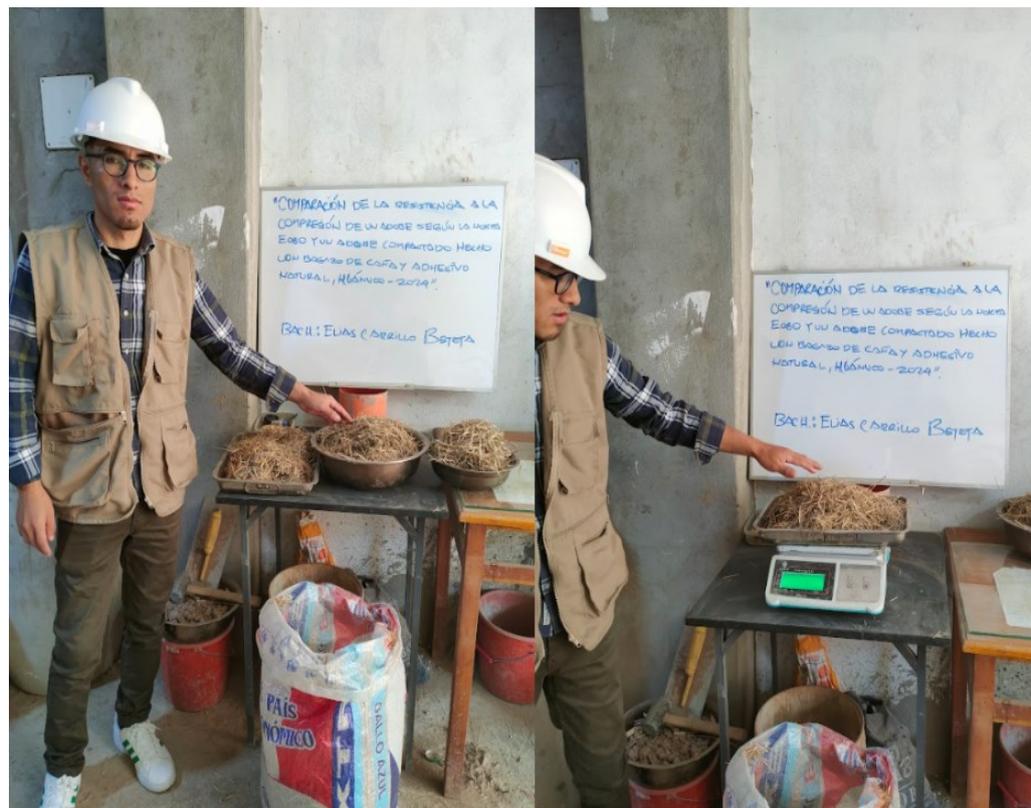
**Figura 9**

*Selección del bagazo de caña*



**Figura 10**

*Habilitación y pesaje del bagazo de caña para su posterior elaboración en muestras*



**Figura 11**

*Preparación del adhesivo natural en distintas proporciones*



**Figura 12**

*Elaboración de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural*



**Figura 13**

*Verificación de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural posterior curado*



**Figura 14**

*Verificación de las muestras de adobe hechas con paja y de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural para su posterior ensayo de compresión*



**Figura 15**

*Ensayo de las muestras de adobe hechas con 1% y 2% de paja*



**Figura 16**

*Ensayo de las muestras de adobe hechas con 3% de paja*



**Figura 17**

*Muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural listos para ser ensayadas*



**Figura 18**

*Ensayo de muestras de adobe compactado hecho con bagazo de caña y 20 L de adhesivo natural*



**Figura 19**

*Ensayo de muestras de adobe compactado hecho con bagazo de caña y 25 L de adhesivo natural*



**Figura 20**

*Ensayo de muestras de adobe compactado hecho con bagazo de caña y 30 L de adhesivo natural*



**Figura 21**

*Observación de rotura de las muestras después de ser ensayadas*



Ensayo de flexión de los muretes elaborados con adobes tradicionales con 3% de paja y con los adobes compactados de bagazo de caña con adición de 30 litros de adhesivo natural por 25 kg de fibra de bagazo de caña. Se seleccionaron esas proporciones por tener un mejor comportamiento sobre los demás tratamientos realizados a las muestras.

**Figura 22**

*Preparación de la tierra y recolección de la caña seca*



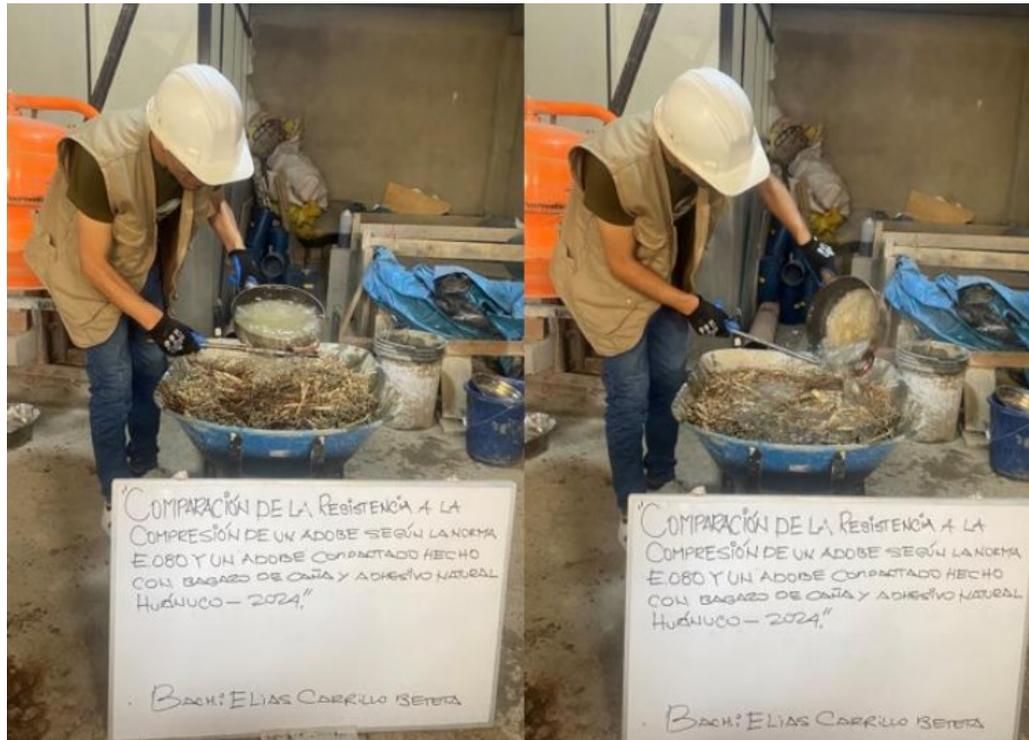
**Figura 23**

*Preparación del adhesivo natural*



**Figura 24**

*Mezclado del adhesivo natural (almidón de maíz) con el bagazo de caña*



**Figura 25**

*Elaboración de los adobes compactados de caña*



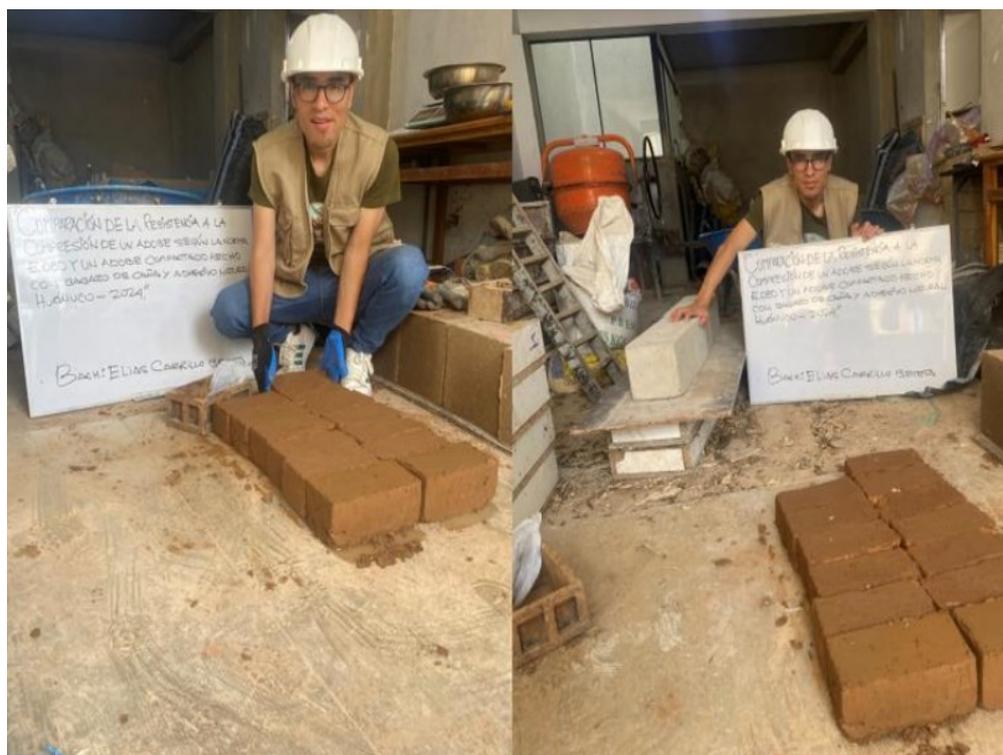
**Figura 26**

*Preparación de los adobes de tierra*



**Figura 27**

*Secado de los adobes tradicionales y los adobes comprimidos de bagazo de caña*



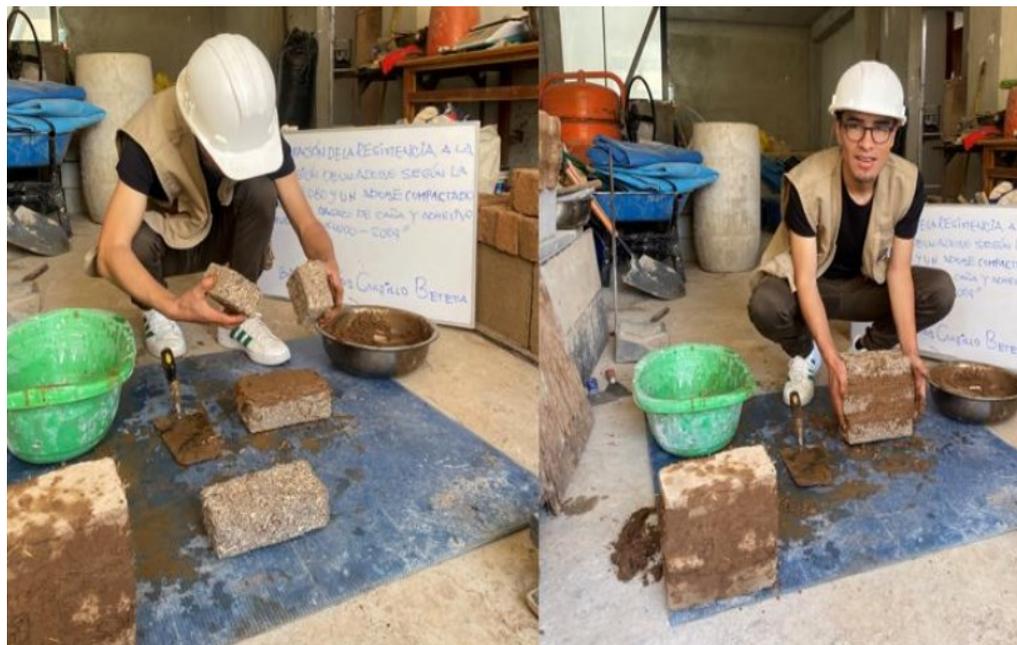
**Figura 28**

*Elaboración de los muretes de adobe*



**Figura 29**

*Elaboración de los muretes de los ladrillos de bagazo de caña*



**Figura 30**

*Foto poblacional de los muretes de adobe y ladrillos de bagazo de caña*



**Figura 31**

*Ensayo de compresión diagonal o también llamado ensayo a tracción por flexión en muretes de adobes tradicionales Norma E.080*



**Figura 32**

*Rotura del murete del adobe con adición del 3% de paja*



**Figura 33**

*Ensayo de capacidad de compresión diagonal del murete hecho con ladrillos de bagazo de caña*



**Figura 34**

*Rotura del murete del hecho con ladrillos de bagazo de caña*



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

Se emplearon tablas y gráficos de frecuencias para presentar los datos de capacidad de compresión de los adobes con tres porcentajes distintos de paja, así como de las muestras de adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural en tres proporciones diferentes. Estos recursos permiten organizar los valores de resistencia de manera clara y facilitan la visualización de la distribución de los datos, lo que ayuda a identificar posibles valores atípicos y tendencias. Estas representaciones fueron creadas utilizando Microsoft Excel, una herramienta eficaz para la elaboración y edición de tablas y gráficos, lo cual facilita el análisis de los datos recopilados.

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

Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 26 para analizar e interpretar los resultados de capacidad de compresión de los dos grupos de adobes comparados. Este análisis permitió confirmar o refutar las hipótesis planteadas mediante la aplicación de técnicas de estadística inferencial.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección se presenta el análisis de los datos de capacidad de compresión de las muestras obtenidas por medio del ensayo en laboratorio de suelos y concreto.

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

Tabla 4

*Resultado capacidad de compresión: 1% paja vs 20 L adhesivo natural*

Muestras	F'c de adobes con 1% FP (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c de AC 20 L de AN (kg/cm <sup>2</sup> )
M1	26,11	27,02
M2	26,18	26,98
M3	26,28	27,00
M4	26,16	26,97
M5	26,15	26,96
M6	26,31	27,03
M7	26,29	26,98
M8	26,26	26,52
M9	26,15	27,00
M10	26,24	27,01

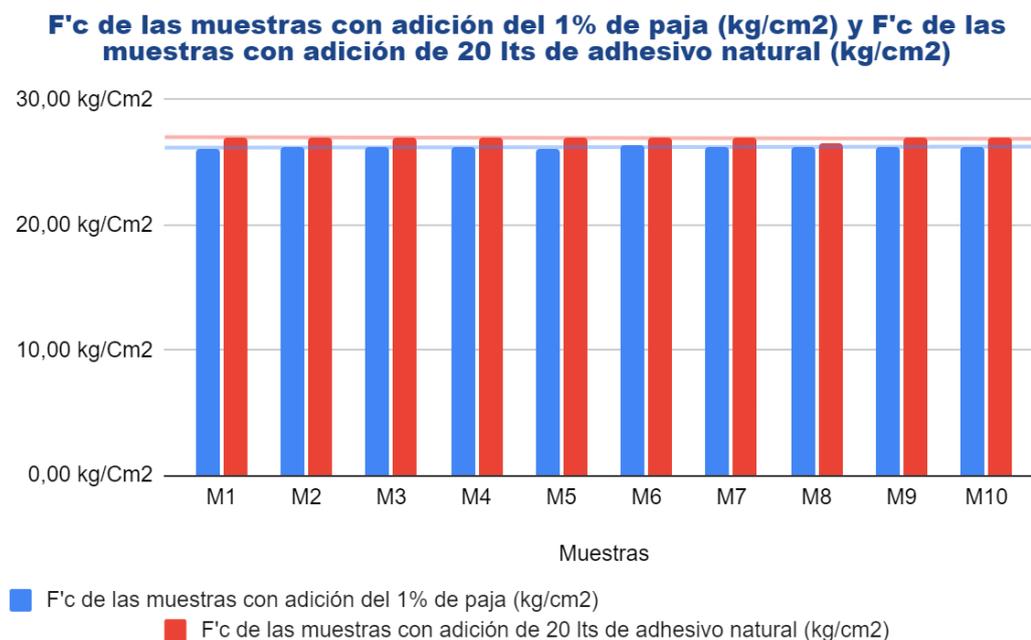
*Nota.* FP= Fibras de paja. AC= Adobe compactado. AN= Adhesivo natural.

#### Interpretación:

La tabla 4 muestra los resultados de laboratorio de la capacidad de compresión de los adobes hechos con 1% fibras de paja en relación al peso sin agua de la mezcla, también se muestran los resultados de la capacidad de compresión de los adobes comprimidos de bagazo de caña con 20 litros de adhesivo natural por cada 25 kilos de fibras de bagazo de caña seco.

**Figura 35**

*Comparación de la capacidad de compresión: 1% paja vs 20 L adhesivo natural*



### Interpretación

En la figura 35 se observa que el valor más alto de capacidad de compresión de las muestras de adobe con la adición de un 1% de paja es de 26,31 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, las muestras de adobe hechas con bagazo de caña que incorporan 20 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión máxima de 27,03 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 5**

*Resultados de las medias: 1% paja vs 20 L adhesivo natural en compresión*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de las muestras con adición de 1% de paja.	26,21	kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de las muestras con adición de 20 L de adhesivo natural.	26,95	kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla 5 muestra que la media de la capacidad de compresión de las muestras de adobe con un 1% de paja es de 26,21 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para las muestras de adobe fabricados con bagazo de caña con adición de 20 litros de adhesivo natural, la media es de 26,95 kg/cm<sup>2</sup>. Al comparar estos promedios las muestras con la adición de 20 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión ligeramente superior en comparación con los adobes de tierra que contienen un 1% de paja.

**Tabla 6**

*Resultado de compresión: 2% paja vs 25 L adhesivo natural*

Muestras	F'c de adobes con 2% FP (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c de AC 25 L de AN (kg/cm <sup>2</sup> )
M1	28,66	30,19
M2	28,75	30,14
M3	28,81	30,21
M4	28,71	30,16
M5	28,80	30,17
M6	28,71	30,20
M7	28,69	30,16
M8	28,78	30,20
M9	28,70	30,17
M10	28,84	30,20

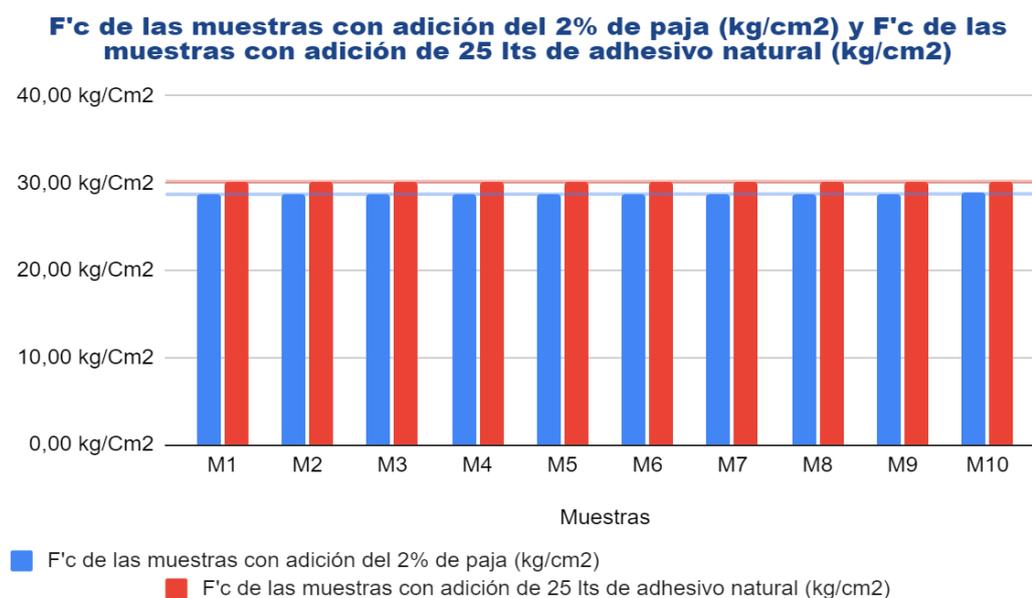
*Nota.* FP= Fibras de paja. AC= Adobe compactado. AN= Adhesivo natural.

### Interpretación:

La tabla 6 muestra los resultados de laboratorio de la capacidad de compresión de los adobes hechos con 2% fibras de paja en relación al peso sin agua de la mezcla, también se muestran los resultados de la capacidad de compresión de los adobes comprimidos de bagazo de caña con 25 litros de adhesivo natural por cada 25 kilos de fibras de bagazo de caña seco.

**Figura 36**

*Comparación de compresión: 2% paja vs 25 L adhesivo natural (Kg/cm<sup>2</sup>)*



### Interpretación

En la figura 36 se observa que el valor más alto de capacidad de compresión de las muestras de adobe con la adición de un 2% de paja es de 28,84 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, las muestras de adobe hechas con bagazo de caña que incorporan 25 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión máxima de 30,21 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 7**

*Resultado de las medias de compresión: 2% paja vs 25 L adhesivo natural (kg/cm<sup>2</sup>)*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de las muestras con adición de 2% de paja.	28,75	kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de las muestras con adición de 25 L de adhesivo natural.	30,18	kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla 7 muestra que la media de la capacidad de compresión de las muestras de adobe con un 2% de paja es de 28,75 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para las muestras de adobe hechos con bagazo de caña con adición de 25

litros de adhesivo natural, la media es de 30,18 kg/cm<sup>2</sup>. Al comparar estos promedios las muestras con la adición de 20 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión ligeramente superior en comparación con los adobes de tierra que contienen un 2% de paja.

**Tabla 8**

*Resultado de compresión: 3% paja vs 30 L adhesivo natural*

<b>Muestras</b>	<b>F'c de adobes con 3% FP (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>F'c de AC 30 L de AN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M1	30,67	32,69
M2	30,62	32,89
M3	30,70	32,81
M4	30,68	32,84
M5	30,72	32,78
M6	30,63	32,86
M7	30,65	32,88
M8	30,69	32,83
M9	30,71	32,80
M10	30,67	32,92

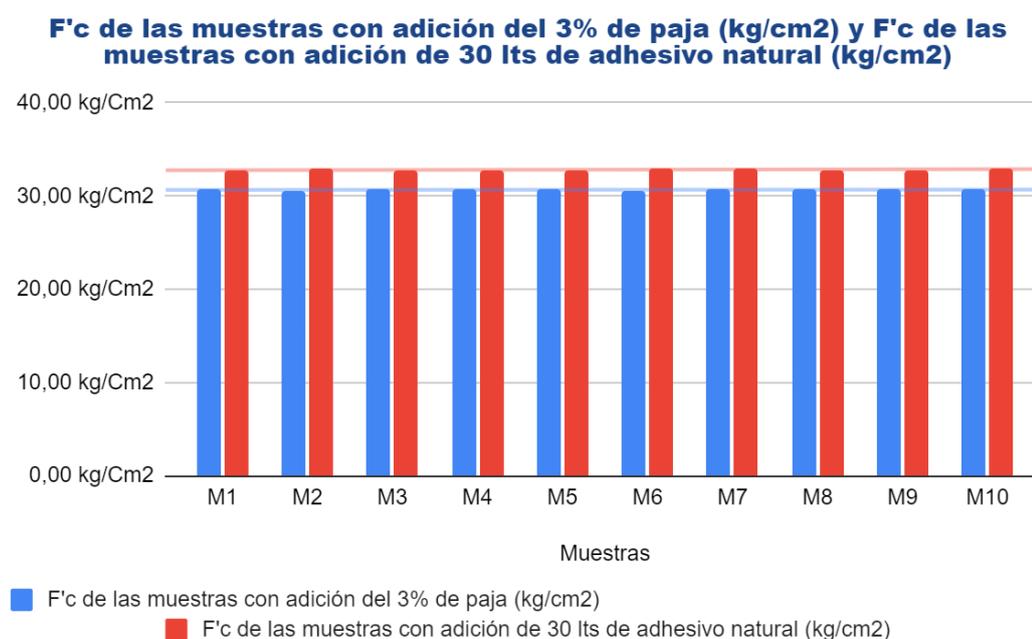
*Nota.* FP= Fibras de paja. AC= Adobe compactado. AN= Adhesivo natural.

### **Interpretación:**

La tabla 8 muestra los resultados de laboratorio de la capacidad de compresión de los adobes hechos con 3% fibras de paja en relación al peso sin agua de la mezcla, también se muestran los resultados de la capacidad de compresión de los adobes comprimidos de bagazo de caña con 30 litros de adhesivo natural por cada 25 kilos de fibras de bagazo de caña seco.

**Figura 37**

*Comparación de la capacidad de compresión: 3% paja vs 30 L adhesivo natural*



### Interpretación

En la figura 37 se observa que el valor más alto de capacidad de compresión de las muestras de adobe con la adición de un 3% de paja es de 30,72 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, las muestras de adobe hechas con bagazo de caña que incorporan 30 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión máxima de 32,92 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 9**

*Resultado de las medias de compresión: 3% paja vs 30 L adhesivo natural (Kg/cm<sup>2</sup>)*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión de las muestras con adición de 3% de paja.	30,67	kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión de las muestras con adición de 30 L de adhesivo natural.	32,83	kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla 9 muestra que la media de la capacidad de compresión de las muestras de adobe con un 3% de paja es de 30,67 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para las muestras de adobe hechos con bagazo de caña con adición de 30 litros de adhesivo natural, la media es de 32,83 kg/cm<sup>2</sup>. Al comparar estos promedios las muestras con la adición de 30 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión ligeramente superior en comparación con los adobes de tierra que contienen un 3% de paja.

**Tabla 10**

*Resultado de compresión promedio: 1%, 2%, 3% paja vs 20, 25, 30 L adhesivo natural*

<b>Muestras</b>	<b>F'c promedio de las muestras con adición del 1%, 2% y 3% de paja (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>F'c promedio de las muestras con adición de 20, 25 y 30 L de adhesivo natural (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M1	28,48	29,97
M2	28,52	30,00
M3	28,60	30,00
M4	28,52	29,99
M5	28,56	29,97
M6	28,55	30,03
M7	28,55	30,01
M8	28,58	29,85
M9	28,52	29,99
M10	28,58	30,05

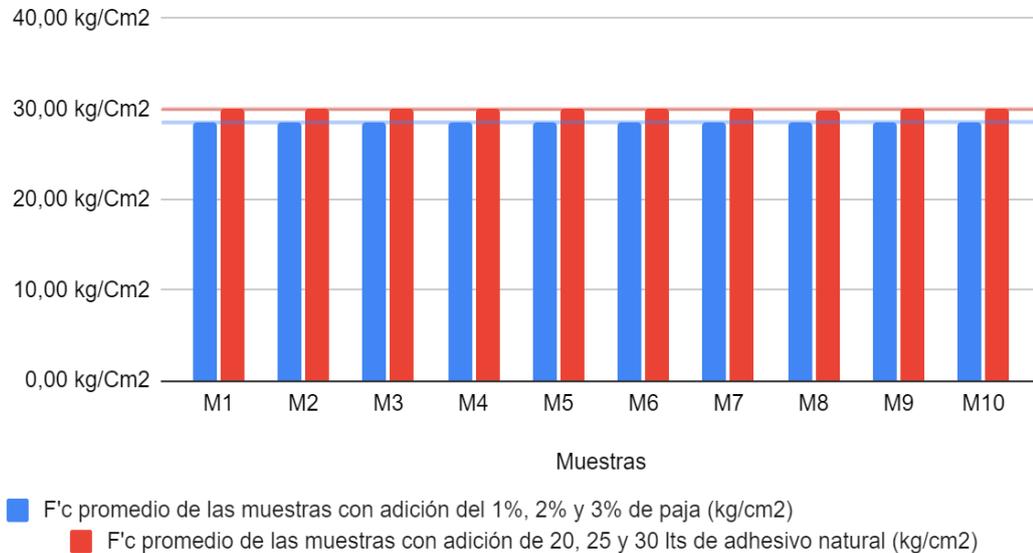
### Interpretación:

La tabla 10 muestra los resultados de laboratorio de la capacidad de compresión promedio de los adobes hechos con 1%, 2% y 3% fibras de paja, en función del peso sin agua de la mezcla, también se muestran los resultados de la capacidad de compresión de los adobes comprimidos de bagazo de caña con 20, 25 y 30 litros de adhesivo natural por cada 25 kilos de fibras de bagazo de caña seco.

**Figura 38**

*Comparación de compresión promedio: 1%, 2%, 3% paja vs 20, 25, 30 L adhesivo natural*

**F'c promedio de las muestras con adición del 1%, 2% y 3% de paja (kg/cm<sup>2</sup>) y F'c promedio de las muestras con adición de 20, 25 y 30 lts de adhesivo natural (kg/cm<sup>2</sup>)**



### Interpretación

En la figura 38 se observa que el valor más alto de capacidad de compresión promedio de las muestras de adobe con la adición de un 1%, 2% y 3% de paja es de 28,60 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, las muestras de adobe hechas con bagazo de caña que incorporan 20, 25 y 30 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión máxima de 30,05 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 11**

*Resultado de las medias de compresión: 1%, 2%, 3% paja vs 20, 25, 30 L adhesivo natural*

Media	Valor	Unidades
Resist. a la compresión promedio de las muestras con adición de 1%, 2% y 3% de paja.	28,54	kg/cm <sup>2</sup>
Resist. a la compresión promedio de las muestras con adición de 20, 25 y 30 L de adhesivo natural.	29,99	kg/cm <sup>2</sup>

### Interpretación:

La tabla 11 muestra que la media de la capacidad de compresión de las muestras de adobe con un 1%, 2% y 3% de paja es de 28,54 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para las muestras de adobe hechos con bagazo de caña con adición de 20, 25 y 30 litros de adhesivo natural, la media es de 29,99 kg/cm<sup>2</sup>. Al comparar estos promedios las muestras con la adición de 20, 25 y 30 litros de adhesivo natural presentan una capacidad de compresión ligeramente superior en comparación con los adobes de tierra que contienen un 1%, 2% y 3% de paja.

**Tabla 12**

*Resultados de resistencia a la tracción por flexión: muretes de adobe tradicional vs. adobe compactado de bagazo de caña*

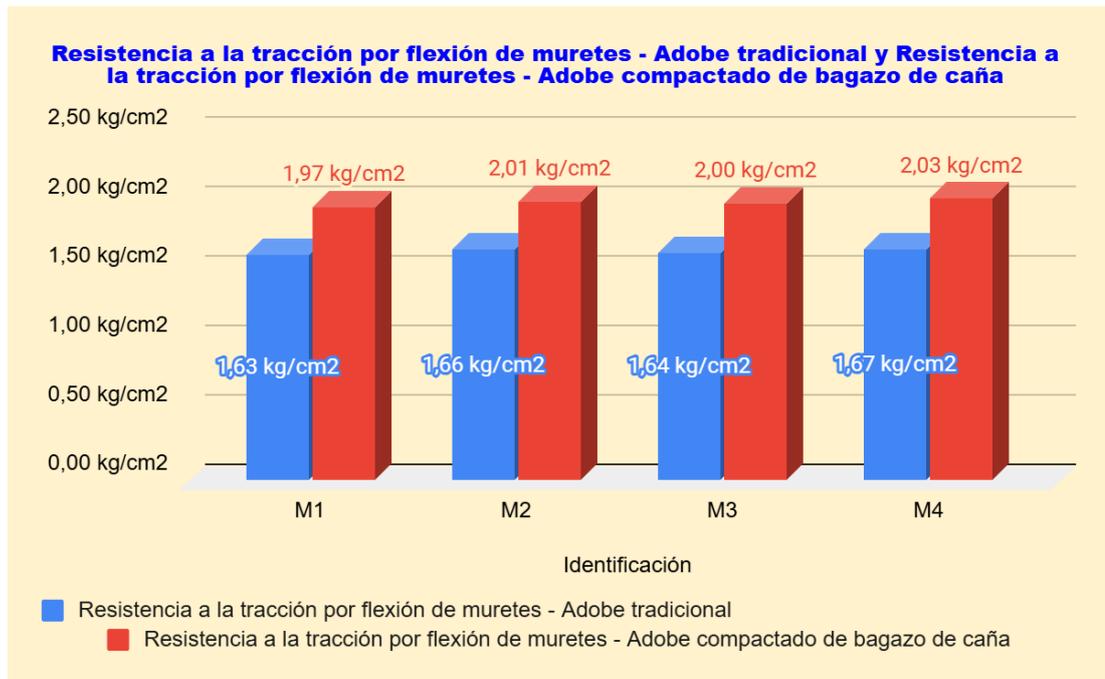
Identificación	Descripción	Resistencia a la tracción por flexión de muretes - Adobe tradicional (kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción	Resistencia a la tracción por flexión de muretes - Adobe compactado de bagazo de caña (kg/cm <sup>2</sup> )
M1	Adobe tradicional	1,63	Adobe compactado de bagazo de caña con 30 litros de adhesivo natural	1,97
M2	Adobe tradicional	1,66	Adobe compactado de bagazo de caña con 30 litros de adhesivo natural	2,01
M3	Adobe tradicional	1,64	Adobe compactado de bagazo de caña con 30 litros de adhesivo natural	2,00
M4	Adobe tradicional	1,67	Adobe compactado de bagazo de caña con 30 litros de adhesivo natural	2,03

### Interpretación:

La tabla 12 muestra los resultados de laboratorio del ensayo de resistencia a la tracción por flexión de muretes de adobe tradicional con adición de 3% de paja respecto del peso seco de la mezcla y adobes compactados fabricados de bagazo de caña con adición de 30 litros por 24 kg de bagazo de caña. El ensayo antes mencionado se sustenta en la norma E.080 del reglamento nacional del Perú.

**Figura 39**

*Comparación de la resistencia a la tracción por flexión de muretes del adobe tradicional y adobe compactado de bagazo caña*



### Interpretación:

En la figura 39, se presenta una comparación de la resistencia a la tracción por flexión en muretes construidos con adobe tradicional y muretes de adobe compactado a base de bagazo de caña. Los resultados muestran que el adobe compactado de bagazo de caña, con adición de 30 litros de adhesivo natural por 24 kg de fibra, exhibe una resistencia a la tracción superior en comparación con el adobe tradicional con un 3% de paja. En las cuatro muestras (M1 a M4), el adobe de bagazo de caña alcanza resistencias de 1.97 kg/cm<sup>2</sup>, 2.01 kg/cm<sup>2</sup>, 2.00 kg/cm<sup>2</sup> y 2.03 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente,

mientras que el adobe tradicional presenta valores inferiores, con resistencias de 1.63 kg/cm<sup>2</sup>, 1.66 kg/cm<sup>2</sup>, 1.64 kg/cm<sup>2</sup> y 1.67 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados sugieren que el adobe de bagazo de caña, al combinarse con adhesivo natural, ofrece una mayor capacidad para soportar esfuerzos de tracción por flexión, lo cual puede traducirse en un material más resistente y durable en aplicaciones constructivas.

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El análisis del contraste de las hipótesis se realizó mediante el uso del software estadístico SPSS.

### Para la hipótesis general

HG: Existe una diferencia significativa de las medias de la resistencia de compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024.

H0: NO existe una diferencia significativa de las medias de la resistencia de compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024.

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

**Tabla 13**

*Prueba de normalidad: Muestras con 1%, 2%, 3% de paja vs. compresión promedio con 20, 25 y 30 L de adhesivo natural*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c promedio de las muestras con adición del 1%, 2% y 3% de paja (kg/cm <sup>2</sup> )	,163	10	,200*	,955	10	,732
F'c promedio de las muestras con adición de 20, 25 y 30 L de adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> )	,283	10	,022	,804	10	,016

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación:

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que las muestras en estudio son menores a 30. Los resultados de la prueba indicaron que los datos de capacidad de compresión promedio de las muestras con adiciones de 1%, 2% y 3% de paja cumplen con el supuesto de normalidad ( $p=0,732>0,05$ ). En cambio, los datos de las muestras de adobe con bagazo de caña y 20, 25 y 30 litros de adhesivo natural no cumplen con el supuesto de normalidad, ya que el valor de  $p$  fue inferior a 0,05 ( $p=0,016<0,05$ ). En estos casos, se eligió aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

### Análisis inferencial para la hipótesis general

**Tabla 14**

*Análisis de Wilcoxon: Comparación de compresión promedio con 1%, 2%, 3% paja y 20, 25, 30 L adhesivo natural*

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La mediana de las diferencias entre $f'c$ promedio de las muestras con adición del 1%, 2% y 3% de paja ( $kg/cm^2$ ) y $f'c$ promedio de las muestras con adición de 20, 25 y 30 L de adhesivo natural ( $kg/cm^2$ ) es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,005	Rechazar la hipótesis nula.

### Interpretación

El análisis realizado con SPSS permitió aceptar la hipótesis alternativa, lo que indica que hay una diferencia significativa en las medias de capacidad de compresión entre los adobes fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024. Con una contrastación de ( $W=0,005<0,05$ ).

### Hipótesis específica 1:

HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia de compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso

seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE0: NO existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia de compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

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

**Tabla 15**

*Prueba de normalidad: Muestras con 1% de paja vs. capacidad de compresión con 20 L de adhesivo natural*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de las muestras con adición del 1% de paja (kg/cm <sup>2</sup> )	,179	10	,200*	,915	10	,314
F'c de las muestras con adición de 20 L de adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> )	,434	10	,000	,508	10	,001

#### Interpretación:

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se aplicó debido al tamaño de las muestras, que es menor a 30. Los resultados revelaron que las muestras de adobe con 1% de paja cumplen con el supuesto de normalidad para su capacidad de compresión ( $p=0,314 > 0,05$ ). Sin embargo, las muestras de adobe con bagazo de caña y 20 litros de adhesivo natural no cumplen con este supuesto, ya que el valor de  $p$  fue inferior a 0,05 ( $p=0,001 < 0,05$ ). Dado que no se cumplió la normalidad en estos últimos casos, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

Tabla 16

Análisis de Wilcoxon para compresión: 1% de paja vs. 20 L adhesivo natural

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre f'c de las muestras con adición del 1%, de paja (kg/cm <sup>2</sup> ) y f'c de las muestras con adición de 20 de adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> ) es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,005	Rechazar la hipótesis nula.

### Interpretación

El análisis realizado con SPSS permitió aceptar la hipótesis alternativa, lo que indica que hay una diferencia significativa en las medias de capacidad de compresión entre el adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña. Con una contrastación de ( $W=0,005 < 0,05$ ).

### Hipótesis específica 2:

HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE0: NO existe una diferencia significativa entre las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

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

Tabla 17

Análisis de normalidad: 2% de paja vs. 25 L adhesivo natural (kg/cm<sup>2</sup>)

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de las muestras con adición del 2% de paja (kg/cm <sup>2</sup> )	,221	10	,184	,943	10	,586
F'c de las muestras con adición de 25 L de adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> )	,207	10	,200*	,918	10	,340

### Interpretación:

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se utilizó debido a que el número de muestras es menor a 30. Los resultados obtenidos indican que las muestras tanto de adobe con 2% de paja ( $p=0,586>0,05$ ) como de adobe con bagazo de caña y 25 litros de adhesivo natural ( $p=0,340>0,05$ ) cumplen con el supuesto de normalidad. Dado que este supuesto se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

Tabla 18

Análisis T-Student para compresión: 2% paja vs. 25 L adhesivo natural (kg/cm<sup>2</sup>)

	Prueba de muestras emparejadas					
	Diferencias emparejadas					
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
F'c de las muestras con adición del 2% de paja (kg/cm <sup>2</sup> ) - F'c de las muestras con adición de 25 L de adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> )	-1,435	-1,47494	-1,39506	-81,284	9	,001

## Interpretación

El análisis realizado con SPSS permitió aceptar la hipótesis alternativa, lo que indica que hay una diferencia significativa en las medias de capacidad de compresión entre los adobes fabricados con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de fibras de caña. Este resultado se respalda a través de la prueba de contraste ( $t=-81,284$ ;  $p=0,001<0,05$ ).

### Hipótesis específica 3:

HE3: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia de compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 30 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE0: NO existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia de compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 30 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

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

Tabla 19

Análisis de normalidad: 3% paja vs. 30 L adhesivo natural ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de las muestras con adición del 3% de paja ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	,152	10	,200*	,961	10	,802
F'c de las muestras con adición de 30 L de adhesivo natural ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	,123	10	,200*	,953	10	,708

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación:

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se aplicó debido al tamaño de las muestras, que era menor a 30. Los resultados de la prueba confirmaron que tanto las muestras de adobe con 3% de paja ( $p=0,802>0,05$ ) como las de adobe con bagazo de caña y 30 litros de adhesivo natural ( $p=0,708>0,05$ ) cumplen con el supuesto de normalidad. Una vez validado este supuesto, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

### Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

Tabla 20

Prueba T-Student para compresión: 3% paja vs. 30 L adhesivo natural (kg/cm<sup>2</sup>)

	Prueba de muestras emparejadas					Sig. (bilat eral)
	Diferencias emparejadas			t	gl	
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Inferior	Superior				
F'c de las muestras con adición del 3% de paja (kg/cm <sup>2</sup> ) - F'c de las muestras con adición de 30 L de adhesivo natural (kg/cm <sup>2</sup> )	-2,156	-2,21783	-2,09417	-78,878	9	,001

### Interpretación

El análisis realizado con el software SPSS llevó a aceptar la hipótesis alternativa, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de capacidad de compresión entre los tipos de adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 30 kg de fibras de bagazo de caña. Este resultado se respalda a través de la prueba de contraste ( $t=-78,878$ ;  $p=0,001<0,05$ ).

#### Hipótesis específica 4

HE4: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la tracción por flexión de un murete de adobe tradicional con un murete de adobe compactado de bagazo de caña.

HE0: No existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la tracción por flexión de un murete de adobe tradicional con un murete de adobe compactado de bagazo de caña.

#### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 4

Tabla 21

*Prueba de normalidad: adobe tradicional y adobe compactado de bagazo de caña*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adobe tradicional	,208	4	.	,950	4	,714
Adobe compactado de bagazo de caña	,210	4	.	,982	4	,911

#### Interpretación:

Los resultados de la prueba de normalidad aplicada a los datos de capacidad de compresión de adobes tradicionales y adobes compactados con bagazo de caña están presentados en la tabla, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras pequeñas ( $n \leq 50$ ), se utilizó para evaluar la normalidad de ambas muestras, ya que cada grupo estaba conformado por 4 muestras. Los valores de significancia (Sig.) para el adobe tradicional (0.714) y el adobe compactado de bagazo de caña (0.911) son superiores a 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, se considera que ambas muestras siguen una distribución normal, lo cual permite el uso de pruebas estadísticas paramétricas para analizar y comparar los resultados obtenidos para ambos tipos de adobe.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 4

**Tabla 22**

*Análisis t: Comparación de tracción por flexión en muretes de adobe tradicional vs. adobe compactado de bagazo de caña*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Adobes	Se asumen varianzas iguales	,10	,763	6	,001	-,3525	-,39037	-,31463
	No se asumen varianzas iguales			5,491	,001	-,3525	-,39124	-,31376

### Interpretación:

La tabla muestra los resultados de la prueba *t* de Student para muestras independientes, utilizada para comparar las resistencias a la tracción por flexión de los muretes elaborados con adobe tradicional y adobe compactado de bagazo de caña. Primero, la prueba de Levene fue aplicada para evaluar la igualdad de varianzas, obteniéndose un valor de significancia de 0.763, superior a 0.05, lo cual indica que se puede asumir homogeneidad de varianzas. Bajo esta premisa, se aplicó la prueba *t*, obteniendo un valor de significancia bilateral de 0.001, lo cual sugiere una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambos tipos de adobe. La diferencia media observada es de -0.3525, con un intervalo de confianza del 95% que varía entre -0.39037 y -0.31463. Esto demuestra que los muretes elaborados con adobe compactado de bagazo de caña presentan una resistencia significativamente superior en comparación con los construidos con adobe tradicional. Este hallazgo respalda la hipótesis de que la composición del

adobe influye directamente en la resistencia estructural del murete, mejorando su capacidad para soportar esfuerzos horizontales, como los generados por movimientos sísmicos.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Muñoz (2023), En el estudio realizado, se evaluaron los efectos de la incorporación de zeolita en la capacidad de compresión del adobe, y se buscó determinar cuál era la cantidad más adecuada de zeolita para mejorar la resistencia del material. Los bloques de adobe fueron confeccionados con diferentes porcentajes de zeolita, desde el 0% hasta el 30%, y luego se midió su capacidad de compresión a los 7, 14 y 28 días desde el proceso de curado. Los resultados revelaron que la capacidad de compresión del adobe aumentó hasta un 25% al incorporar zeolita, y la proporción óptima de zeolita para mejorar la resistencia fue del 25%. El autor concluyó que la adición de zeolita es una alternativa eficaz para incrementar la resistencia del adobe. Al comparar estos resultados con los de nuestra investigación, se observó que las muestras con 3% de paja tuvieron la mayor capacidad de compresión, con un valor de 30,67 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las muestras con 30 litros de adhesivo natural alcanzaron una resistencia de 32,83 kg/cm<sup>2</sup>.

Alayo y Diaz (2021), El estudio se centró en investigar el impacto del gel de tuna y la paja de trigo sobre la capacidad de compresión y la impermeabilidad del adobe tradicional. Para ello, se fabricaron bloques de adobe con diferentes cantidades de gel de tuna (0%, 15%, 20% y 25%) y paja de trigo (0%, 2%, 4% y 6%). Tras 28 días de curado, se evaluó tanto la capacidad de compresión como la impermeabilidad. Los resultados mostraron que la capacidad de compresión del adobe sin aditivos era de 22 kg/cm<sup>2</sup>. La adición de gel de tuna no tuvo un impacto significativo en la capacidad de compresión. En cambio, la adición de paja de trigo incrementó la resistencia en un 18% con una concentración del 4%. En cuanto a la impermeabilidad, el adobe sin aditivos mostró una permeabilidad de 12.22%. La combinación de gel de tuna y paja de trigo redujo la impermeabilidad hasta un 14.43% con el 25% de gel de tuna. Los investigadores concluyeron que la paja de trigo mejora la capacidad de compresión del adobe tradicional y que la combinación con gel de tuna puede reducir la permeabilidad del material. Como

recomendación, sugirieron usar paja de trigo como aditivo para aumentar la resistencia sin afectar la impermeabilidad. En nuestra investigación, los valores más bajos de capacidad de compresión se obtuvieron con el 1% de paja, con una resistencia de 26,21 kg/cm<sup>2</sup>, y las muestras con 20 litros de adhesivo natural mostraron una resistencia de 26,95 kg/cm<sup>2</sup>.

Cueva y Ynga (2022), El estudio tuvo como propósito evaluar el impacto de la fibra y el jugo de maguey (*Agave americana*) en las características físico-mecánicas del adobe tradicional en el Centro Poblado de Pichipampa, Huánuco. Los resultados mostraron que la fibra de maguey incrementó significativamente la capacidad de compresión hasta un 40% y la flexión hasta un 25% en comparación con el adobe sin aditivos. El jugo de maguey también mejoró la Capacidad de compresión en un 20% y la flexión en un 15%. Sin embargo, la mejor combinación fue la de fibra y jugo de maguey, que dio lugar a un aumento de hasta un 50% en la Capacidad de compresión y hasta un 30% en la flexión, comparado con el adobe convencional. En conclusión, tanto la fibra como el jugo de maguey son aditivos naturales efectivos para mejorar las propiedades físico-mecánicas del adobe, siendo su combinación la opción más beneficiosa. Al comparar con los resultados de nuestra investigación, las muestras con 1%, 2% y 3% de paja alcanzaron una capacidad de compresión promedio de 28,54 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las que incorporaron 20, 25 y 30 litros de adhesivo natural tuvieron una resistencia promedio de 29,99 kg/cm<sup>2</sup>.

Además, dado que la falla por corte en muros de adobe es una problemática común debido a su vulnerabilidad frente a esfuerzos horizontales, como los ocasionados por sismos. En este contexto, se evaluó el comportamiento de una nueva unidad de adobe fabricada exclusivamente con bagazo de caña y adhesivo natural. Para ello, se realizó un ensayo de compresión diagonal que permitió analizar tanto la resistencia a la tracción por flexión como el esfuerzo admisible al corte de muros construidos con adobe tradicional (especímenes patrón) y con adobe compactado de bagazo de caña (especímenes de prueba).

Los resultados indican que los muros de adobe tradicional presentan una resistencia a la tracción por flexión de 1.65 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los muros de

adobe con bagazo de caña alcanzan  $2.00 \text{ kg/cm}^2$ , evidenciando una mejora del 21.21%. Asimismo, el esfuerzo admisible al corte es de  $0.66 \text{ kg/cm}^2$  en los muros tradicionales y de  $0.80 \text{ kg/cm}^2$  en los muros compactados, reflejando un mejor desempeño estructural.

Estos hallazgos confirman que los muros fabricados con adobe compactado de bagazo de caña y adhesivo natural tienen un rendimiento superior tanto en resistencia a la flexión como al corte, posicionándose como una alternativa más robusta y segura para la construcción en regiones sísmicas. Este ensayo valida la hipótesis de la investigación, destacando que el uso de este tipo de adobe mejora significativamente las propiedades mecánicas de los muros y los hace más aptos para soportar fuerzas dinámicas generadas por terremotos.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos lo siguiente:

**Para el objetivo general:** Investigar las diferencias en la capacidad de compresión promedio entre un adobe fabricado de acuerdo con la norma E.080 y uno compactado que emplea bagazo de caña y adhesivo natural, en Huánuco - 2024. Los datos indican una variación significativa en la resistencia entre ambos tipos de adobe. El análisis de contraste ( $W=0,005<0,05$ ) demuestra que, al utilizar 1, 2 y 3% de paja, la resistencia promedio es de 28,54 kg/cm<sup>2</sup>, inferior a la resistencia de 29,99 kg/cm<sup>2</sup> observada en adobes compactados con 20, 25 y 30 litros de adhesivo natural.

**Para el objetivo específico 1:** Analizar la variación en las medias de la capacidad de compresión entre un adobe elaborado con 1% de paja respecto al peso seco de los agregados y otro compactado que incluye bagazo de caña y 20 litros de adhesivo natural por cada 25 kg de bagazo. Los resultados indican una diferencia significativa en la capacidad de compresión entre el adobe ajustado a la norma E.080 y el adobe compactado con la mezcla de bagazo y adhesivo natural, según el análisis de contraste ( $W=0,005<0,05$ ). Las muestras con 1% de paja presentan una resistencia promedio de 26,21 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las que incluyen 20 litros de adhesivo alcanzan un promedio de 26,95 kg/cm<sup>2</sup>.

**Para el objetivo específico 2:** Estudiar las variaciones en las medias de la capacidad de compresión entre un adobe con 2% de paja respecto al peso seco de los agregados y uno compactado con bagazo de caña que incluye 25 litros de adhesivo natural por cada 25 kg de bagazo. El análisis de contraste ( $t=-81,284$ ;  $p=0,001<0,05$ ) muestra una variación significativa entre la capacidad de compresión de ambos tipos de adobe. El adobe con 2% de paja tiene una media de 28,75 kg/cm<sup>2</sup>, frente a los 30,18 kg/cm<sup>2</sup> de las muestras de adobe con bagazo y adhesivo.

**Para el objetivo específico 3:** Evaluar la variación en las medias de la capacidad de compresión entre un adobe con 3% de paja respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña con 30 litros de adhesivo natural por cada 25 kg de bagazo. Se observa una variación significativa en la capacidad de compresión entre ambos tipos de adobe,

según el análisis de contraste ( $t=-78,878$ ;  $p=0,001<0,05$ ). Las muestras con 3% de paja muestran una resistencia promedio de  $30,67 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que las de bagazo con adhesivo tienen una media de  $32,83 \text{ kg/cm}^2$ .

**Para el objetivo específico 4:** Establecer la diferencia entre las medias de la resistencia a la tracción por flexión de un murete de adobe tradicional y uno de adobe compactado con bagazo de caña. Con base en los hallazgos, se concluye que los muros construidos con adobe compactado de bagazo de caña y adhesivo natural presentan un rendimiento significativamente superior en flexibilidad y resistencia al esfuerzo de corte en comparación con los muros de adobe convencional. Estos resultados indican que este material no solo incrementa la robustez de las estructuras, sino que también mejora su seguridad para la construcción en zonas sísmicas, respaldado estadísticamente por un valor de contrastación de ( $t=-22,774$ ;  $p=0,001<0,05$ ).

## RECOMENDACIONES

Se debe ampliar la cantidad de bloques de adobe evaluados y diversificar las fuentes de bagazo de caña y adhesivo natural para determinar si la procedencia de los materiales influye en la resistencia a la compresión y su capacidad para resistir a los esfuerzos de flexión.

Es primordial realizar pruebas adicionales orientados a evaluar la durabilidad de los bloques de adobe bajo diferentes condiciones ambientales, como humedad, lluvia y cambios de temperatura, con el fin de obtener una visión completa del rendimiento a largo plazo de los adobes compactados.

Se debe realizar un análisis comparativo de los costos de producción de ambos tipos de adobe, considerando la disponibilidad y costo de la fibra de caña y adhesivo natural, para evaluar la viabilidad económica de su implementación en proyectos de construcción.

Es necesario realizar una evaluación detallada del impacto ambiental asociado al uso de fibra de caña y adhesivo natural en la generación de adobe, considerando tanto los beneficios como los posibles impactos negativos, para garantizar que las soluciones propuestas sean sostenibles.

Se deben explorar y comparar otros materiales de refuerzo naturales y locales, como diferentes fibras vegetales o subproductos de otras industrias, para optimizar aún más la resistencia del adobe.

Es recomendable utilizar herramientas de simulación y modelación computacional para predecir el comportamiento de los bloques de adobe bajo diversas cargas y condiciones, complementando así los ensayos experimentales y proporcionando datos adicionales para evaluar su desempeño estructural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayo Valverde, M., & Diaz Valverde, S. (2021). Resistencia a la compresión e impermeabilidad del adobe tradicional con adición de gel de tuna y paja de trigo. Universidad Cesar Vallejo.
- Alcántara Longa, D. (2018). Efecto de tres niveles de miel de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del adobe compactado. Universidad Privada del Norte.
- Almorox Alonso, J., López Bermúdez, F., & Rafaelli, S. (2011). *La degradación de los suelos por erosión hídrica. métodos de estimación*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- Borie, A., Micheloni, P., Pinon, P., & Bordes Caballero, J. (2008). *Forma y deformación. De los objetos arquitectónicos y urbanos*. (J. R. Alonso Pereira, Trad.) Editorial Reverte.
- Callister, W. D. (2020). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. Volumen I*. Reverte.
- Carbajal Tiburcio, J. (2021). Influencia de la paja de trigo en el adobe sobre, la succión, compresión y flexión en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, 2021. Universidad Privada del Norte.
- Castro Martínez, L. (2006). *Procesos industriales para materiales no metálicos*. Vision Libros.
- Cervera Ruiz, M., & Blanco Díaz, E. (2002). *Mecánica de Estructuras Libro I Resistencia de Materiales*. UPC, S.L., Edicions.
- Colón, C. (26 de November de 2021). *Sistema Constructivo de Adobe en Costa Rica*. Recuperado el 6 de March de 2024, de Mi Costa Rica de Antaño: <https://micostaricadeantano.com/2021/11/26/sistema-constructivo-de-adobe-en-costa-rica/comment-page-1/>
- Costa, A., Arêde, A., & Varum, H. (Edits.). (2017). *Strengthening and Retrofitting of Existing Structures*. Springer Nature Singapore.
- Criado Sanz, M., Palomo Sánchez, Á., & Fernández Jiménez, A. (2006). *Nuevos materiales cementales basados en cenizas volantes: Influencia de los aditivos en las propiedades reológicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Cueva Bejarano, R., & Ynga Reyes, R. (2022). Aprovechamiento de la fibra y zumo de maguey (agave americana) para el mejoramiento de las propiedades Fisico-mecánicas de la mampostería de adobe tradicional en el Centro Poblado de Pichipampa-Huánuco-2021. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Delgado Durán, J. (2020). *Elementos metálicos y sintéticos (2020)*. Editorial Editex.
- Elías Castells, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. (X. Elías Castells, Ed.) Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Elmadfa, I., Muskat, E., & Fritzsche, D. (2011). *Tabla de aditivos. Los números E*. Editorial Hispano Europea, S.A.
- Gómez Patrocinio, J., Mileto, C., & García Soriano, L. (2019). *PROCESOS PATOLÓGICOS EN MUROS DE ADOBE. PANORAMA GENERAL DE LOS MECANISMOS DE DEGRADACIÓN DEL ADOBE EN LA ARQUITECTURA TRADICIONAL*. Recuperado el 6 de March de 2024, de RES-Arquitectura:  
<https://resarquitectura.blogs.upv.es/files/2018/07/76-ACint-low.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hoz Onrubia, J. d., Maldonado Ramos, L., & Vela Cossío, F. (2003). *Diccionario de construcción tradicional: tierra*. Editorial Nerea.
- Intercol BV. (2020). *Almidón - Adhesivos Intercol*. Recuperado el 4 de March de 2024, de Intercol BV: <https://adhesive.intercol.eu/es/producten-2/koudlijmen/zetmeel/index.html>
- Lodish, H. (2005). *Biología celular y molecular*. Médica Panamericana.
- Lucas López, R. (2001). *Biodegradación de la celulosa y la lignina*. Universidad de Jaén.
- Maiztegui, B. (12 de July de 2020). *Techos de paja, fibras y hojas vegetales: ejemplos en proyectos de Latinoamérica*. Recuperado el 4 de March de 2024, de ArchDaily Perú: <https://www.archdaily.pe/pe/942834/techos-de-paja-fibras-y-hojas-vegetales-ejemplos-en-proyectos-de-latinoamerica>

- Martínez Barrera, G. (2015). *Materiales sustentables y reciclados en la construcción*. OmniaScience.
- Mompó, M. (22 de June de 2015). *Construcción sostenible: Bloques de tierra comprimida BTC*. Recuperado el 6 de March de 2024, de Arquitectura y Empresa: <https://arquitecturayempresa.es/noticia/construccion-sostenible-bloques-de-tierra-comprimida-btc>
- Montes Bernabé, J. (2011). Estudio del efecto de la fibra de bagazo de agave angustifolia haw en la resistencia a flexión y compresión del adobe compactado. Instituto Politécnico Nacional.
- Muños Gutierrez, M. (2017). Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cáscara de arroz. Universidad Privada del Norte.
- Muñoz Lopez, J. (2023). Valoración de la resistencia a la compresión del adobe con adición de zeolita. Universidad del Azuay.
- Norma E.080. (2017). Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.
- Pastor Quiles, M. (2017). *La construcción con tierra en arqueología: teoría, método, técnicas y aplicación*. Publicacions Universitat D'Alacant.
- Pérez, M. A. (Ed.). (2014). *Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación*. OmniaScience.
- 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.
- Potter, N. N., & Hotchkiss, J. H. (1999). *Ciencia de los alimentos*. Editorial Acribia, S.A.
- Primo Yufera, E. (2020). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria. Tomo 1*. Reverte.
- Quezada Lucio, N. (2010). *Metodología de la investigación: estadística aplicada en la investigación*. Editorial Macro.
- Resano, D. (2022). Caracterización fisicoquímica del bagazo de caña de azúcar industrial y artesanal como material de construcción. *SciELO*.
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigacion Cientifica*. Page Publishing, Incorporated.

- Reynoso, D. A. (2021). *Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar: Segunda edición, corregida y aumentada*. Outlook Verlag.
- Ríos Perez, E. (2010). Efecto de la adición de látex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado. Instituto Politécnico Nacional.
- Rodríguez Avial Llardent, M. (2013). *Elasticidad y resistencia de materiales II*. UNED.
- Rodríguez Sánchez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Rojas Tirado, F. (2020). Diseño de un bloque de adobe compactado con adición de viruta de madera para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020. Universidad Cesar Vallejo.
- Romero, E. (2012). *Desarrollo sostenible: Hacia la sostenibilidad ambiental*. (E. Romero, Ed.) Produmedios.
- Roux Gutiérrez, R. S. (2011). *Btc Estabilizado Con Cpo Al 6% Y Refuerzo de Fibra de Coco, en Muros*. Editorial Academica Espanola.
- Sánchez, Z., Escalante, H., & Gauthier, P. (2015). *Flujo de aire en la combustión de bagazo de caña en lecho fijo: Estudio y modelamiento de la influencia de los flujos de aire en la combustión de bagazo de caña en hornos tradicionales*. Editorial Académica Española.
- Seymour, R. B., & Carraher, C. J. (2021). *Introducción a la química de los polímeros*. (R. Areal Guerra, Trad.) Reverte.
- Subirós Ruiz, F. (1995). *Cultivo de la Caña de Azúcar*. Euned.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2004). *Física 1a - Para La Ciencia y La Tecnología Mecánica*. Reverté.
- Trujillo Cebrián, J. J. (2022). *Pastas, morteros, adhesivos y hormigones*. EOCH0108. IC Editorial.
- Varum, H., Parisi, F., Tarque, N., & Silveira, D. (Edits.). (2021). *Structural Characterization and Seismic Retrofitting of Adobe Constructions: Experimental and Numerical Developments*. Springer International Publishing.
- Zacarías, H., & Supo, J. (2020). *Metodología de la Investigación Científica: Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales*. Amazon Digital Services LLC - Kdp.

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

Carrillo Beteta, E. (2025). *Comparación de la resistencia a la compresión de un adobe según la norma E.080 y un adobe compactado hecho con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

## RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

#### *Facultad de Ingeniería*

#### RESOLUCIÓN N° 1214-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 27 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 861-2024-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: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. **Elias CARRILLO BETETA**.

#### **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° 0342-2024-D-FI-UDH, de fecha 27 de febrero de 2024, perteneciente al Bach. **Elias CARRILLO BETETA** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 861-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. **Elias CARRILLO BETETA**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Luis Fernando Narro Jara (Presidente), Mg. Elbio Fernando Felipe Matías (Secretario) e Ing. German Gaston Martinez Morales (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: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. **Elias CARRILLO BETETA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

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

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



**ANEXO 2**  
**RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR**  
**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
***Facultad de Ingeniería***

**RESOLUCIÓN N° 0342-2024-D-FI-UDH**

Huánuco, 27 de febrero de 2024

Visto, el Oficio N° 221-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 472361-0000001034, del Bach. **Elias CARRILLO BETETA**, 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° 472361-0000001034, presentado por el (la) Bach. **Elias CARRILLO BETETA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, como Asesor de Tesis, y;

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

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

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Elias CARRILLO BETETA** al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

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

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**

  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*Ethel Johana Manzano Lozano*  
Ing. Ethel Johana Manzano Lozano  
SECRETARIO DOCENTE

  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
DECANO  
*Bertha Campos Rios*  
Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

## ANEXO 3

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD DE COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> PG: ¿Cuál es la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024?</p>	<p><b>Objetivo general</b> OG: Determinar la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> HG: Existe una diferencia significativa de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado según la norma E.080 y un adobe compactado con bagazo de caña y adhesivo natural, Huánuco - 2024.</p>	<p><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> Fichas de campo y ficha de laboratorio. <b>Población:</b> En la investigación la población estará conformada por 60 bloques de adobe compactado. <b>Muestra:</b> La muestra tomada es la no probabilística.</p>
<p><b>Problema específico</b> PE1: ¿Cuál es la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b> OE1: Determinar la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.</p>	<p><b>Hipótesis específica</b> HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 1% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 20 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.</p>	

---

PE2: ¿Cuál es la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña?

OE2: Determinar la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 2% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 25 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

PE3: ¿Cuál es la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición 30 L adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña?

OE3: Determinar la variación de las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 30 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

HE3: Existe una diferencia significativa entre las medias de la capacidad de compresión entre un adobe fabricado con paja en 3% respecto al peso seco de los agregados y un adobe compactado con bagazo de caña que incluye la adición de 30 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña.

**Variables**

**Variable dependiente**

VD1: capacidad de compresión del adobe

VD2: capacidad de compresión del adobe compactado hecho con bagazo de caña y adhesivo natural

**Variable independiente**

VI 1: Adición de paja

VI 2: Adición de adhesivo natural (almidón de maíz)

---

# ANEXO 4

## INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Granulometría de la muestra del suelo

PROYECTO	: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN ADOBE SEGUN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024
UBICACION	: HUÁNUCO
SOLICITA	: Bach. Elias Carrillo Beteta
FECHA	: AGOSTO DEL 2024

TAMIZ Nº	DEL (mm)	Peso Retenido	Porcentaje (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
3"	76.20		100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.50		100.00	0.00	0.00
2"	50.80		100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10		100.00	0.00	0.00
1"	25.40	101.38	95.76	4.24	4.24
3/4"	19.05	23.45	94.78	5.22	0.98
1/2"	12.70	15.79	94.02	5.88	0.86
3/8"	9.53	13.08	93.57	6.43	0.55
1/4"	6.35	10.33	92.80	7.20	0.77
No 4	4.75	14.14	92.21	7.79	0.59
No 8	2.38	12.81	91.68	8.32	0.54
No 10	2.00	13.08	91.62	8.38	0.06
No 16	1.18	12.51	91.00	8.90	0.52
No 20	0.84	10.28	90.41	9.59	0.68
No 30	0.59	10.58	89.64	10.36	0.76
No 40	0.43	11.52	89.16	10.84	0.48
No 50	0.30	13.71	88.58	11.42	0.57
No 60	0.25	15.41	87.94	12.06	0.64
No 80	0.18	36.47	86.41	13.59	1.53
No 100	0.15	33.08	85.03	14.97	1.38
No 200	0.07	50.70	82.91	17.09	2.12
CAJONETA	0.00	1582.4	0.00	100.00	82.91
TOTAL		2391.00			

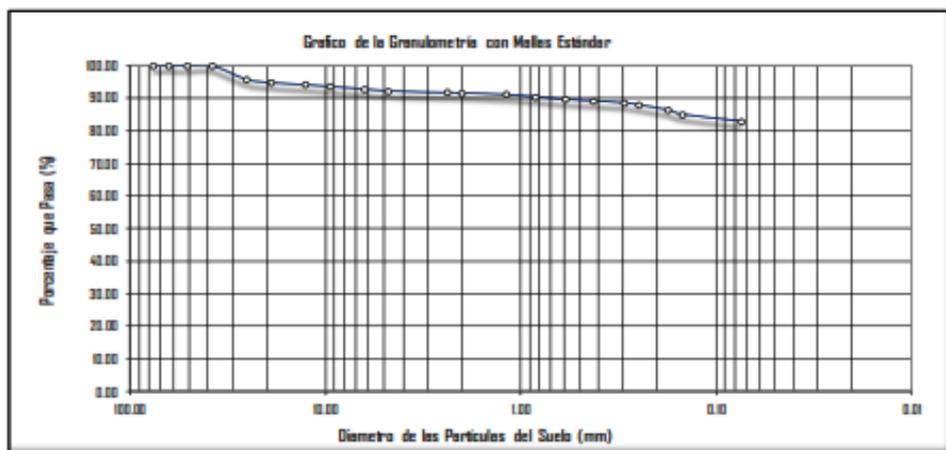
Peso de la muestra Húmeda	2523.00 gr
Peso de la muestra Seca	2545.00 gr
Peso de la muestra Seca lavada	2388.00 gr
Peso de la Tara	257.00 gr
Contenido de humedad	0.64%

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
Límite líquido LL	43.05%	Cantidad de Grava	7.75%
Límite plástico LP	24.60%	Cantidad de Arena	9.30%
Ind. de Plasticidad IP	18.45%	Cont. de Limo-Arcilla	82.95%

Material Arcilla de media plasticidad con grava

Pasa tamiz Nº 4 :	89.64 %
Pasa tamiz Nº 200:	82.91 %
D60 (diámetro efectivo):	mm
D30 (diámetro efectivo):	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coeff. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

OBSERVACIONES:  
NINGUNA



  
**Jorge Ronald Arce Castillo**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 201195

  
**TACS**  
 TICS LABORATORIO DE TOPOGRAFIA,  
 ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 AGUIÑO GARCIA KEVIN JOEL

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111



Limite de Atterberg

PROYECTO	: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN	: HUÁNUCO
SOLICITA	: Bach. Elias Carrillo Beteta
FECHA	: AGOSTO DEL 2024

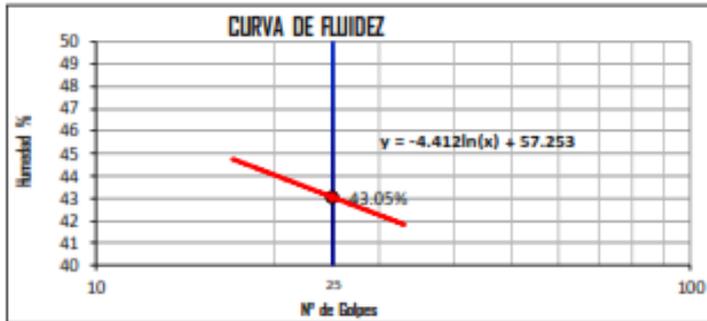
LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	17	21	26	33
S. Humedo + Tarro	39.1	39.25	36.7	35.24
S. seco + Tarro	32.75	32.42	30.08	29.50
Peso de Tarro	16.96	15.82	15.82	15.82
Peso del Agua	6.86	7.13	6.09	5.74
Peso de Suelo Seco	15.29	16.30	14.26	13.68
HUMEDAD %	44.87	43.74	42.7	41.96

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

Nº DE GOLPES	01	02	03
S. Humedo + Tarro	16.65	16.35	16.82
S. seco + Tarro	16.03	17.84	16.65
Peso de Tarro	15.82	15.82	15.82
Peso del Agua	0.62	0.51	0.17
Peso de Suelo Seco	2.21	2.02	0.83
HUMEDAD %	28.05	25.26	20.48

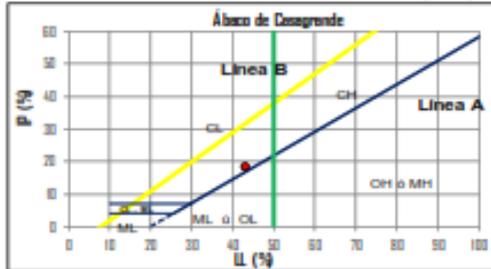


LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 43.05%

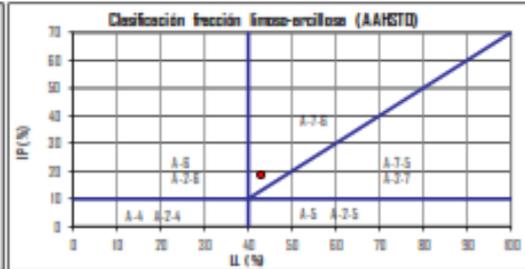
LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 24.607%

ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 18.45%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
Suelo de partículas finas:	Arcilla media plasticidad con grava CL

Clasificación de suelos: AASHTO	
A-7.5 Suelo arcilloso	

  
 Jorge Ronald Arbe Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 201196

  
 TACS  
 T.C. LABORATORIO DE TOPOGRAFIA,  
 ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL



Contenido de humedad

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD
<b>PROYECTO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Elías Carrillo Beteta
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127

**DATOS DE LA MUESTRA**

ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
<b>A</b>	Peso Tara (g)	101.00	101.00	101.00
<b>B</b>	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	501.00	505.00	503.00
<b>C</b>	Peso Tara más muestra Seca (g)	465.00	470.00	469.00
<b>D</b>	Peso muestra Húmeda - <b>Ph</b> (g), $D = B - A$	400.00	404.00	402.00
<b>E</b>	Peso muestra Seca - <b>Ps</b> (g), $E = C - A$	364.00	369.00	368.00
<b>F</b>	Peso del Agua (g), $F = B - C$	36.00	35.00	34.00
<b>G</b>	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	9.89%	9.49%	9.24%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)</b>		9.54%		

  
 Jorge Ronald Arbe Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 201196

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

Resultado del ensayo de capacidad de compresión de los adobes con una adición del 1% de paja respecto al peso seco de la mezcla



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

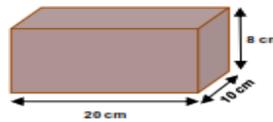
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Elías Carrillo Beteta
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE PAJA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.22 kn	5,222.90 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.11 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.35 kn	5,236.16 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.18 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.55 kn	5,256.55 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.28 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.31 kn	5,232.08 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.16 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.28 kn	5,229.02 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.15 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.60 kn	5,261.65 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.57 kn	5,258.59 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.29 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.51 kn	5,252.47 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.26 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.29 kn	5,230.04 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.15 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	1%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	51.46 kn	5,247.38 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.24 kg/cm <sup>2</sup>

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 26.21 kg/cm<sup>2</sup>

  
Jorge Ronald Arbe Castillo  
INGENIERO CIVIL  
Reg CIP N° 201196

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

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de capacidad de compresión de los adobes con una adición del 2% de paja respecto al peso seco de la mezcla.



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Elías Carrillo Beteta
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE PAJA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f <sub>c</sub>
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	
M-1	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.22 kn	5,732.75 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.66 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.39 kn	5,750.09 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.75 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.50 kn	5,761.31 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.81 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.32 kn	5,742.95 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.71 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.49 kn	5,760.29 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.80 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.31 kn	5,741.93 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.71 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.28 kn	5,738.87 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.69 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.44 kn	5,755.19 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.78 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.30 kn	5,740.91 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.70 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	2%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	56.57 kn	5,768.44 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	28.84 kg/cm <sup>2</sup>

f<sub>c</sub> PROMEDIO **28.75 kg/cm<sup>2</sup>**

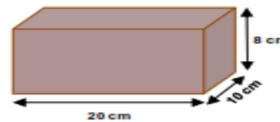
$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P<sub>c</sub>: Resistencia a la Compresión del Mortero

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



  
Jorge Ronald Arbe Castillo  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 201196

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

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de capacidad de compresión de los adobes con una adición del 3% de paja respecto al peso seco de la mezcla.



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
NORMA:	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Elias Carrillo Beteta
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

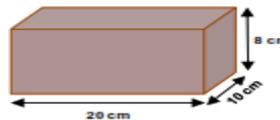
MUESTRA	% DE PAJA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.15 kn	6.133.50 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.67 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.05 kn	6.123.30 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.62 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.21 kn	6.139.61 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.70 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.17 kn	6.135.53 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.68 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.25 kn	6.143.69 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.72 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.08 kn	6.126.36 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.63 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.12 kn	6.130.44 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.65 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.20 kn	6.138.59 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.69 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.23 kn	6.141.65 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.71 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	3%	14/07/2024	11/08/2024	28 días	60.15 kn	6.133.50 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.67 kg/cm <sup>2</sup>

f'c PROMEDIO 30.67 kg/cm<sup>2</sup>

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



  
Jorge Ronald Arbe Castillo  
INGENIERO CIVIL  
Reg CIP N° 201196

  
TACS  
TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,  
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de capacidad de compresión de los ladrillos de fibra de bagazo de caña con adición de adhesivo natural de 20 L por 25 kg de fibra de bagazo de caña.



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

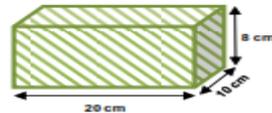
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Elias Carrillo Beteta
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRAS DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA	ADHESIVO NATURAL	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	53.00 kn	5,404.41 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	27.02 kg/cm²
M-2	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.91 kn	5,395.23 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.98 kg/cm²
M-3	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.95 kn	5,399.31 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	27.00 kg/cm²
M-4	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.90 kn	5,394.21 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.97 kg/cm²
M-5	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.87 kn	5,391.15 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.96 kg/cm²
M-6	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	53.01 kn	5,405.43 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	27.03 kg/cm²
M-7	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.92 kn	5,396.25 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.98 kg/cm²
M-8	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.02 kn	5,304.48 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	26.52 kg/cm²
M-9	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.96 kn	5,400.33 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	27.00 kg/cm²
M-10	20 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	52.98 kn	5,402.37 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	27.01 kg/cm²

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero  
P : Carga Máxima  
A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO **26.95 kg/cm²**

  
Jorge Ronald Arbe Castillo  
INGENIERO CIVIL  
Reg CIP N° 201195

   
TACS  
TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,  
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de capacidad de compresión de los ladrillos de fibra de bagazo de caña con adición de adhesivo natural de 25 L por 25 kg de fibra de bagazo de caña.



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
NORMA:	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
PROYECTO:	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Elías Carrillo Beteta
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

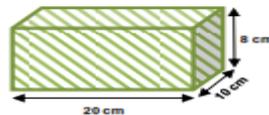
MUESTRAS DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA	ADHESIVO NATURAL	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.22 kn	6,038.66 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.19 kg/cm²
M-2	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.11 kn	6,027.45 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.14 kg/cm²
M-3	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.25 kn	6,041.72 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.21 kg/cm²
M-4	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.15 kn	6,031.53 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.16 kg/cm²
M-5	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.18 kn	6,034.58 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.17 kg/cm²
M-6	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.24 kn	6,040.70 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.20 kg/cm²
M-7	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.16 kn	6,032.55 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.16 kg/cm²
M-8	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.23 kn	6,039.68 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.20 kg/cm²
M-9	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.17 kn	6,033.56 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.17 kg/cm²
M-10	25 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	59.24 kn	6,040.70 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	30.20 kg/cm²

f'c PROMEDIO 30.18 kg/cm²

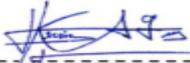
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero  
P : Carga Máxima  
A : Área de la Superficie de Carga



  
Jorge Ronald Arbe Castillo  
INGENIERO CIVIL  
Reg CIP N° 201196

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

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de capacidad de compresión de los ladrillos de fibra de bagazo de caña con adición de adhesivo natural de 30 L por 25 kg de fibra de bagazo de caña.



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
<b>NORMA:</b>	NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA
<b>PROYECTO:</b>	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	Bach. Elias Carrillo Beteta
<b>FECHA:</b>	AGOSTO DEL 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

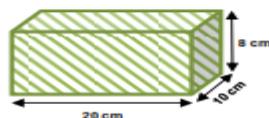
MUESTRAS DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA	ADHESIVO NATURAL	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.11 kn	6,537.30 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.69 kg/cm²
M-2	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.50 kn	6,577.07 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.89 kg/cm²
M-3	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.35 kn	6,561.77 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.81 kg/cm²
M-4	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.41 kn	6,567.89 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.84 kg/cm²
M-5	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.29 kn	6,555.65 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.78 kg/cm²
M-6	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.46 kn	6,572.99 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.86 kg/cm²
M-7	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.49 kn	6,576.05 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.88 kg/cm²
M-8	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.40 kn	6,566.87 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.83 kg/cm²
M-9	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.34 kn	6,560.75 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.80 kg/cm²
M-10	30 Lts	14/07/2024	11/08/2024	28 días	64.57 kn	6,584.20 kg	10.000	20.000	8.000	200.000	32.92 kg/cm²

f'c PROMEDIO **32.83 kg/cm²**

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero
- P : Carga Máxima
- A : Área de la Superficie de Carga



Jorge Ronald Arde Castillo  
INGENIERO CIVIL  
Reg CIP N° 201196

TACS  
TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,  
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado de la capacidad de compresión diagonal adobe tradicional



**TACS**  
LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Figura 65:  
Resultado de la resistencia a la compresión diagonal adobe patrón

<b>ENSAYO:</b>		COMPRESIÓN DIAGONAL O TRACCIÓN INDIRECTA									
<b>NORMA:</b>		E. 080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA									
<b>PROYECTO:</b>		"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"									
<b>SOLICITA:</b>		Bach. Elías Carrillo Beteta									
<b>FECHA:</b>		NOVIEMBRE DEL 2024									
<b>EQUIPO:</b>		PRENSA DIGITAL STYE 2000									

MUESTRA	ADHESIVO NATURAL	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				f <sub>t</sub>	V <sub>m</sub>
							e <sub>m</sub> Ancho (cm)	a Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )		
M-1	PATRON	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.19 kn	325.28 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	1.63 kg/cm <sup>2</sup>	0.65 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	PATRON	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.25 kn	331.40 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	1.66 kg/cm <sup>2</sup>	0.66 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	PATRON	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.22 kn	328.34 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	1.64 kg/cm <sup>2</sup>	0.66 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	PATRON	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.28 kn	334.46 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	1.67 kg/cm <sup>2</sup>	0.67 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PROMEDIO</b>											<b>1.65 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.66 kg/cm<sup>2</sup></b>

$$f'_t = \frac{P}{2ae_m}$$

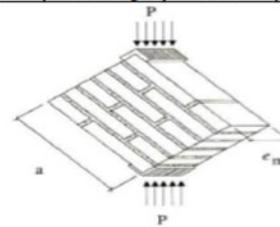
Donde:

f<sub>t</sub> : Resistencia a la tracción por flexión  
 P : Carga Máxima  
 A : Área de la Superficie de Carga

$$v'_m = 0.4 f'_t$$

Donde:

V<sub>m</sub> : Esfuerzo admisible de corte  
 f<sub>t</sub> : Resistencia a la tracción por flexión



  
 Jorge Ronald Arbe Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 201196

  
 TACS  
 TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,  
 ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

Resultado de la capacidad de compresión diagonal con ladrillos de bagazo y 30 L de adhesivo natural por 25 kg de bagazo de caña



Figura 66:  
Resultado de la resistencia a la compresión diagonal con ladrillos de bagazo y 30 lts de adhesivo natural por 25 Kg de fibra de bagazo de caña.

ENSAYO:		COMPRESIÓN DIAGONAL O TRACCIÓN INDIRECTA										
NORMA:		E. 080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA										
PROYECTO:		"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN ADOBE SEGÚN LA NORMA E.080 Y UN ADOBE COMPACTADO HECHO CON BAGAZO DE CAÑA Y ADHESIVO NATURAL, HUÁNUCO - 2024"										
SOLICITA:		Bach. Elías Carrillo Beteta										
FECHA:		NOVIEMBRE DEL 2024										
EQUIPO:		PRENSA DIGITAL STYE 2000										
MUESTRA	ADHESIVO NATURAL	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				Ft	Vm
							e <sub>m</sub> Ancho (cm)	a Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)		
M-1	30 Lts	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.87 kn	394.62 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	1.97 kg/cm <sup>2</sup>	0.79 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	30 Lts	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.95 kn	402.78 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	2.01 kg/cm <sup>2</sup>	0.81 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	30 Lts	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.92 kn	399.72 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	2.00 kg/cm <sup>2</sup>	0.80 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	30 Lts	18/10/2024	05/11/2024	18 días	3.98 kn	405.84 kg	5.000	20.000	20.000	100.000	2.03 kg/cm <sup>2</sup>	0.81 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2.00 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.80 kg/cm<sup>2</sup></b>

$$f'_t = \frac{P}{2ae_m}$$

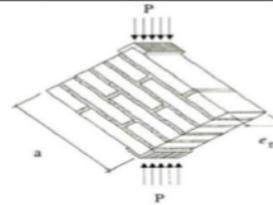
Donde:

Ft : Resistencia a la tracción por flexión  
P : Carga Máxima  
A : Área de la Superficie de Carga = (a \* e<sub>m</sub>)

$$v'_m = 0.4 f'_t$$

Donde:

Vm : Esfuerzo admisible de corte  
Ft : Resistencia a la tracción por flexión



Jorge Ronald Arbe Castillo  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 201196

TACS  
TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,  
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

## ANEXO 4

### PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

