

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE ARQUITECTURA



TESIS

**“Mejoramiento de las propiedades físico mecánica del adobe con
incorporación de fibras de retama como aditivo natural en el centro
poblado de Sariapampa, Huánuco 2025”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ARQUITECTO

AUTOR: Ordoñez Huamán, Deyson Denilson

ASESORA: Barrionuevo Santos, Zandra Liza

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Tecnología de la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería de la construcción

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de arquitecto

Código del Programa: P08

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73593614

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44569307

Grado/Título: Maestra en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-0215-3487

DATOS DE LOS JURADOS:

H

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Mato Vicente, Rosner Nadler	Maestro en gestión pública	41877736	0000-0003-3638-9284
2	Millan Suarez, Dennis Leopoldo	Magister En Gestion Publica	19831341	0000-0002-1342-4801
3	Vasquez Castillo, Julio Cesar	Maestro en ciencias de la educación con mención en investigación y docencia	41080231	0009-0006-3400-4415

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE ARQUITECTO (A)**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 14:00 horas del día 05 del mes de JUNIO del año 2026, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:


Mg. Rosner Nadler Mato Vicente	(Presidente)
Mg. Dennis Leopoldo Millan Suarez	(Secretario)
Mg. Julio Cesar Vasquez Castillo	(Vocal)

Nombrados mediante la **RESOLUCIÓN N° 0933-2026-D-FI-UDH**, para evaluar la **Tesis** intitulada: **“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025”**, presentada por el (la) Bachiller **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**, para optar el Título Profesional de Arquitecto (a).


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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

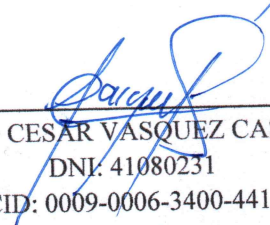
Siendo las 15:10 horas del día 05 del mes de JUNIO del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. ROSNER NADLER MATO VICENTE
DNI: 41877736
ORCID: 0000-0003-3638-9284
Presidente



MG. DENNIS LEOPOLDO MILLAN SUAREZ
DNI: 19831341
ORCID: 0000-0002-1342-4801
Secretario



MG. JULIO CESAR VASQUEZ CASTILLO
DNI: 41080231
ORCID: 0009-0006-3400-4415
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: DEYSON DENILSON ORDOÑEZ HUAMÁN, de la investigación titulada "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025", con asesor(a) ESLI RUTH VASQUEZ HUAMANCAJA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1319-2024-D-FI-UDH del P. A. de ARQUITECTURA.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 15 % 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, 09 de abril de 2026



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

32. DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%



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

DEDICATORIA

A mis queridos Padres Dora huamán Marrujo y Marcos Antonio Ordoñez Laveriano, por sembrar en mí la semilla de la disciplina y el inconformismo constructivo. Ustedes me enseñaron que la verdadera resistencia no está en los materiales, sino en la voluntad inquebrantable de luchar por un futuro mejor. Esta tesis es el reflejo de sus incontables sacrificios, el eco silencioso de cada esfuerzo que hicieron para que yo pudiera concentrarme en mis propios ladrillos.

A mis Hermanos Menores, el motor más inesperado. Ustedes son mi recordatorio diario de que el trabajo duro es el mejor legado. Que esta obra les sirva de adobe y no de muro que vean que, con paciencia, cohesión y el aditivo natural de la perseverancia, cualquier sueño se puede moldear y endurecer hasta convertirse en realidad.

AGRADECIMIENTOS

Con el corazón lleno de alegría, me gustaría manifestar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido parte integral de este viaje hacia mi título profesional.

A mis padres, que con su amor incondicional y sus incansables sacrificios me han dado la oportunidad de perseguir mis sueños. Su confianza en mí ha sido el faro que ha orientado cada paso que he dado. Quiero agradecerles por inculcarme el valor del trabajo duro y la entrega.

A mi asesor de tesis, cuyas enseñanzas no solo han enriquecido mi conocimiento, sino que también han sembrado en mí la pasión por aprender y crecer cada día. Su apoyo, orientación y sabiduría han sido pilares en mi formación, y llevo conmigo cada lección impartida

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de alguna manera, han contribuido a mi desarrollo personal y profesional. Cada palabra de ánimo, cada consejo y cada amable gesto han sido fundamentales para ayudarme a alcanzar este objetivo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. ADOBE	23
2.2.2. MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN TRADICIONAL DEL ADOBE	27
2.2.4. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS	30

2.2.5. PROPIEDADES QUE SE TOMARÁN DE LA FIBRA DE RETAMA.....	32
2.2.6. PROTOCOLO DE CURADO Y CONTROL DE EVAPORACIÓN DEL ADOBE.....	34
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	34
2.4. HIPÓTESIS.....	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	35
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	35
2.5. VARIABLES.....	36
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES FÍSICAS –MECÁNICAS.....	36
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: FIBRA DE RETAMA.....	36
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES/CATEGORÍA.....	37
CAPÍTULO III.....	38
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.2. ENFOQUE.....	38
3.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.5.1. POBLACIÓN.....	40
3.5.2. MUESTRA.....	40
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.6.1. MÉTODO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.6.2. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	42
3.6.3. EXPOSICIÓN DE LOS DATOS.....	46
3.6.4. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	46
3.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	46
CAPITULO IV.....	47
4.1 RESULTADOS.....	47
4.1. ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES A EMPLEAR.....	47

4.1.1. RETAMA.....	47
4.1.2. TIERRA	47
4.1.3. PAJA SILVESTRE O GRAMA SECA.....	50
4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL MOLDE DE ADOBE	50
4.3. EVALUACIÓN FÍSICA DE LAS UNIDADES CONFORMADAS	51
4.4. ANÁLISIS DE DATOS.....	52
4.4.1. DOSIFICACIÓN DE LA RETAMA Y PAJA PARA CADA GRUPO DE ADOBE.....	52
4.4.2. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DE LAS MUESTRAS DE ADOBE	52
4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	58
4.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	58
4.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1.....	61
4.5.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2.....	64
4.5.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3.....	66
CAPITULO V	69
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	69
CONCLUSIONES.....	72
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización De Variables	37
Tabla 2 Denominación de las muestras a fabricar	41
Tabla 3 Establecimiento de cantidad de bloques.	41
Tabla 4 Técnicas e Instrumentos	42
Tabla 5 Modificaciones al proceso de elaboración.....	46
Tabla 6 Identificación visual-manual del suelo	48
Tabla 7 Modificaciones al proceso de elaboración.....	51
Tabla 8 Dosificación de fibras para el adobe por unidad.....	52
Tabla 9 Ensayo de compresión del adobe sin mejorar.....	52
Tabla 10 Ensayo de compresión del adobe con 1% de fibra de retama.....	53
Tabla 11 Ensayo de compresión del adobe con 4% de fibra de retama.....	53
Tabla 12 Ensayo de compresión del adobe con 7% de fibra de retama.....	54
Tabla 13 Comparación de los Ensayos de compresión del adobe	54
Tabla 14 Ensayo de flexión del adobe sin mejorar.....	55
Tabla 15 Ensayo de flexión del adobe con 1% de fibra de retama.....	55
Tabla 16 Ensayo de flexión del adobe con 4% de fibra de retama.....	56
Tabla 17 Ensayo de flexión del adobe con 7% de fibra de retama.....	56
Tabla 18 Comparación de los Ensayos de flexión del adobe	57
Tabla 19 Tabla de resumen de las medias de compresión y flexión	58
Tabla 20 Tabla de prueba de normalidad	60
Tabla 21 Tabla ANOVA de la resistencia a la compresión	61
Tabla 22 Comparaciones múltiples.....	62
Tabla 23 Subconjuntos Homogéneos: Resistencia a la compresión (Kg/cm ²).....	63
Tabla 24 Tabla ANOVA de la resistencia a la flexión	64
Tabla 25 Comparaciones múltiples.....	64
Tabla 26 Subconjuntos Homogéneos: Resistencia a la Flexión (Kg/cm ²).....	66
Tabla 27 Matriz de Evaluación de Trabajabilidad y Comportamiento del Adobe	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Prueba de la cinta de barro.....	25
Figura 2 Forma de hacer la bolita de barro	25
Figura 3 Como romper adecuadamente las bolitas de barro.....	26
Figura 4 La retama	29
Figura 5 Programación esquemática de la investigación	43
Figura 6 Ubicación del lugar donde se extrajo la retama.....	47
Figura 7 Ubicación del lugar donde se extrajo la tierra	48
Figura 8 Ubicación del lugar donde se extrajo la Paja silvestre.....	50
Figura 9 Gráfico de barras de los promedios de la resistencia a la compresión(kg/cm ²)	59
Figura 10 Gráfico de barras de los promedios de la resistencia a la compresión(kg/cm ²)	59
Figura 11 Gráfico de barras de los promedios de compresión y flexión (kg/cm ²) ...	61
Figura 12 Gráfico de Diagrama de Cajas y Bigotes de compresión (kg/cm ²).....	62
Figura 13 Gráfico de Gráfico de Líneas de Medias de Flexión (kg/cm ²)	65
Figura 14 Gráfico de líneas de trabajabilidad (kg/cm ²)	68

RESUMEN

El adobe, como material constructivo predominante en la sierra del Perú, presenta limitaciones en sus propiedades físico-mecánicas, particularmente baja resistencia en sus propiedades físico mecánicas, lo que compromete la seguridad estructural de las viviendas. El objetivo principal que se realiza en esta investigación es el mejoramiento en las propiedades físico mecánicas del adobe a través de la incorporación de las fibras de retama, como aditivo natural y local, en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco.

En investigación se adoptó un enfoque de tipo cuantitativo, con un diseño de clase experimental y un nivel explicativo, trabajando con una población de adobes elaborados en Sariapampa, diferenciados en una mezcla patrón o sin mejorar (G-0) y mezclas experimentales de 1 %, 4 % y 7% de dosificaciones de fibra de retama. La metodología incluyó el análisis de laboratorio para medir la resistencia a la compresión y también a la resistencia a la flexión. Adicionalmente, se evaluó la trabajabilidad de la mezcla mediante la observación de la reducción de la fisuración por retracción plástica.

Los estudios mostraron que la incorporación de la fibra de retama en la dosificación óptima del 4% generó una mejora significativa en el material. La resistencia a la compresión aumentó en 4.17kg/cm² y, crucialmente, la resistencia a la flexión (un indicador de ductilidad) mejoró en 2.15kg/cm² respecto al adobe patrón. En términos de trabajabilidad, la fibra incrementó la cohesión y redujo drásticamente la fisuración superficial. Se concluye que el uso de fibras de retama es una solución técnica, económica y sostenible para reforzar el adobe y mejorando su calidad.

Palabras Clave: Adobe, Fibras de Retama, Propiedades Físico-Mecánicas, Compresión, Flexión, Trabajabilidad.

ABSTRACT

Adobe, as the predominant building material in the mountains of Peru, has limitations in its physical and mechanical properties, particularly low resistance, which compromises the structural safety of homes. The main objective of this research is to improve the physical and mechanical properties of adobe by incorporating broom fibers, a natural and local additive, in the town of Sariapampa, Huánuco.

The research adopted a quantitative approach, with an experimental class design and an explanatory level, working with a population of adobe bricks made in Sariapampa, differentiated into a standard or unimproved mixture (G-0) and experimental mixtures with 1%, 4%, and 7% doses of broom fiber. The methodology included laboratory analysis to measure compressive strength and flexural strength. In addition, the workability of the mixture was evaluated by observing the reduction in cracking due to plastic shrinkage.

Studies showed that incorporating broom fiber at the optimal dosage of 4% resulted in a significant improvement in the material. Compressive strength increased by 4.17 kg/cm² and, crucially, flexural strength (an indicator of ductility) improved by 2.15 kg/cm² compared to standard adobe. In terms of workability, the fiber increased cohesion and drastically reduced surface cracking. It is concluded that the use of broom fiber is a technical, economical, and sustainable solution for reinforcing adobe and improving its quality.

Keywords: Adobe, Broom Fiber, Physical-Mechanical Properties, Compression, Flexure, Workability.

INTRODUCCIÓN

La construcción con tierra, específicamente el adobe, es una tradición milenaria y culturalmente relevante en Perú más específico en la sierra, siendo el material predominante para la vivienda en áreas rurales como el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco. Sin embargo, el adobe tradicional presenta vulnerabilidades inherentes, destacando una baja resistencia a los esfuerzos de compresión y flexión, lo que lo hace susceptible al colapso frente a eventos sísmicos y fenómenos de asentamiento. Esta deficiencia genera un riesgo latente en la infraestructura y la seguridad de sus habitantes, evidenciando la necesidad de optimizar sus prestaciones sin sacrificar su accesibilidad y sostenibilidad.

En el capítulo 1, se definió el problema general ¿En qué medida la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural mejora las propiedades físico-mecánica del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa – Huánuco 2025?, con los problemas específicos: PE1 ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025?, PE 2 ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la flexión del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025? PE3 ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025?

En el segundo capítulo, se elaboró el marco teórico, antecedentes de la investigación relacionado con la investigación y el reglamento que se está siguiendo.

En el tercer capítulo, se especificó el método de la investigación que se usó, el cual es un enfoque de tipo cuantificativo y de diseño experimental. la población se determinó por los adobes elaborados en el centro poblado de Sariapampa; la muestra se utilizará 6 muestras para cada ensayo (compresión y flexión) por cada dosificación de fibra de retama. esto garantizara la solidez de los resultados.

En el cuarto capítulo, muestra los resultados de los análisis del

laboratorio; como también el lugar de donde se adquirió los materiales para la elaboración del adobe. También se realizó la contestación de todas las hipótesis plasmándolo en tablas mostrando las comparaciones de cada dosificación de la fibra de retama.

En el quinto capítulo, los resultados obtenidos se compararon con otros trabajos de investigación relacionados al tema estudiado mediante la prueba de hipótesis.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día, a escala internacional, el adobe es muy relevante debido a sus beneficios y condiciones se utiliza en países como México, Perú, Colombia y Chile. “La tierra es un material que se utiliza en todo el mundo porque es fácilmente accesible y puede producirse mediante diversos procesos, en función de la localidad” (Díaz, Parada, & Alvarado, 2019, p.79). En 1985 y 2010, se produjeron terremotos en Chile que produjeron muchos daños a diversas edificaciones; muchas de estas fueron elaboradas con adobe. Para contrarrestar este problema, en Colombia, Chile y Perú se sigue realizando muchos estudios para aumentar al adobe su calidad.

En el Perú, el adobe ha sido un material constructivo importante desde la antigüedad, utilizado por diversas civilizaciones que dominaron la costa y perfeccionaron su tecnología, como los mochicas, quienes edificaron la Huaca del Sol y la Huaca de la Luna, y los chimúes, creadores de la ciudad de barro Chan Chan. Su importancia perdura hasta la actualidad, y según el último censo del INEI (2017), el 23,27 % de las viviendas en el país tienen paredes de adobe, lo que equivale a 1 791 829 casos censados, mientras que el 73,76 % (5 907 071 viviendas) están construidas con otros materiales.

En Huánuco, según el último empadronamiento del INEI (2017) las viviendas con paredes de adobe representan el 18.97% (siendo un 9.79% en el ámbito urbano y el 9.19% en el ámbito rural), un 28.94% de bloque de ladrillo o cemento, un 36.31% de tapia, quincha un 0.19%, piedras con barro un 0.61%, madera un 14.17% y triplay o calamina un 0.62%. Asimismo, en el distrito de Amarilis las viviendas de adobe son el 31.78% del total de viviendas, mientras que en el poblado de Sariapampa que pertenece a este distrito, la mayor parte de las casas son de adobe, las construcciones se construyen viviendas de manera tradicional sin considerar el entorno climático, que no es el adecuado para el adobe clásico, siendo un clima diferente a la de la región de Huánuco.

Para evitar peligros con el adobe, se desarrolló la norma E.080; sin embargo, la investigación apunta a la necesidad de desarrollar un nuevo

proceso de fabricación que haga del adobe un material técnicamente más sólido y seguro. Además, es fundamental aumentar su concienciación pública para que el adobe pueda considerarse un elemento constructivo de alta calidad, accesible a todas las personas, pero especialmente a las menos afortunadas económicamente; esto incluye al centro poblado de Sariapampa.

En el centro poblado de Sariapampa, la fabricación de adobes se realiza de manera empírica, empleando adobes con aditivos simples como la grama seca o capín seco, lo que genera problemas en la construcción de viviendas. Ejemplo de ello son las edificaciones de casas de dos pisos con adobes de baja calidad, que no soportan adecuadamente el peso del edificio, deteriorándose y representando un riesgo para los habitantes. Debido al clima de la zona, no se encuentran aditivos naturales de fibra como la paja para reforzar el adobe, porque este aditivo natural crece en lugares altoandinos entre 3700 hasta 4800 msnm; sin embargo, la retama crece de forma abundante en distintos sectores de la comunidad, presentándose como una alternativa viable, ya que sus propiedades son similares, permitiendo la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural mejora las propiedades físico-mecánica del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa – Huánuco 2025.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿En qué medida la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural mejora las propiedades físico-mecánica del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa – Huánuco 2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025?
- ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la flexión del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025?
- ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe en el centro poblado de

Sariapampa, Huánuco, 2025?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar las propiedades físico-mecánica del adobe con la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural en el Centro Poblado de Sariapampa – Huánuco, 2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.
- Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la flexión del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.
- Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se basa en que no hay conocimiento sobre la incorporación de fibras de retama al adobe. Este estudio ayudara a la normativa E.080 del adobe, luego de analizar las propiedades físico-mecánicas del adobe mejorado con fibra de retama mediante los ensayos en los laboratorios, como alternativa en la producción de adobe tradicional para darle un uso diferente en la construcción.

En la normativa E.080, que define el tema de aditivos naturales en ámbitos generales, la fibra de retama pertenece a esta definición de aditivo, que se puede usar en la fabricación del adobe reemplazando el uso de la tradicional paja.

Este estudio responde a la línea de investigación Tecnología De La Construcción; este estudio me sirve para ampliar mis conocimientos y aportar un elemento alternativo de construcción. Las materias primas como tierra, retama y agua, son abundantes y fáciles de utilizar y/u obtener, minimizando los costes de producción.

Con este estudio se adquirirán conocimientos que sirvan como

alternativa al aditivo tradicional como es la fibra de retama, mejorando las propiedades físico-mecánicas del adobe. Además, se elaborarán muestras con distintas proporciones de fibra de retama; luego, se procederá con el curado y se analizará la resistencia a la compresión, como también la flexión del adobe. Los resultados de la investigación, a nivel social, contribuirán como alternativa para la elaboración de viviendas de interés social más duraderas y seguras; también apoyando en la economía de las personas al emplear recursos locales.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La ejecución de la presente investigación, enfocada en el mejoramiento del adobe con fibras de retama, estuvo sujeta a las siguientes restricciones inherentes al material y al contexto local:

- **Restricción de Información Técnica Específica:**

Una limitación significativa fue la escasez de literatura científica previa y bases de datos normalizadas sobre las propiedades físico-químicas de la fibra de *Spartium junceum* (retama) aplicada específicamente al refuerzo de unidades de albañilería en la región de Huánuco. La falta de parámetros estandarizados obligó a que la dosificación y el tratamiento de la fibra se basaran en un enfoque experimental empírico-analítico, limitando la comparación directa con investigaciones de similar naturaleza en el ámbito local.

- **Variabilidad del Suelo y Materiales:**

El principal factor limitante es la heterogeneidad intrínseca de la materia prima. El suelo utilizado en Sariapampa puede variar en su granulometría y plasticidad incluso dentro de una misma cantera o lugar. Aunque se realizan ensayos de caracterización inicial, controlar totalmente la variabilidad del suelo y de la calidad de la fibra de retama cosechada es complejo, lo que podría introducir una dispersión natural en los resultados físico-mecánicos de las pruebas.

- **Condiciones Ambientales y adaptación climática:**

Los adobes son sensibles a las condiciones atmosféricas. La investigación está desarrollada en Huánuco, donde los ciclos de humedad y temperatura durante el secado y curado pueden fluctuar. A diferencia de un

laboratorio climatizado, el curado al aire libre (sol y viento), aunque reproduce las condiciones reales de construcción, es una limitación en términos de control estricto de la variable humedad, lo que afecta directamente la resistencia final del adobe. Esta limitación es crítica ante la actual inestabilidad climática (propuesta climática), donde eventos de precipitaciones intensas o heladas atípicas podrían alterar la velocidad de evaporación del agua de amasado y, por ende, la cristalización de las arcillas y la adherencia fibra-matriz.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

A pesar de las limitaciones mencionadas, la investigación es altamente viable basándose en los siguientes pilares:

- **Viabilidad Logística (Soporte de Recursos Locales):**

Materia Prima Abundante: El suelo y la planta de retama son recursos endémicos y abundantes en la zona de Sariapampa, Huánuco. Esto elimina la dependencia de suministros externos, asegurando una provisión constante para la elaboración de adobe.

Tecnología y Proceso: La metodología de producción (moldeado, secado) es la técnica vernácula (tradicional) de la comunidad. Esto significa que la investigación no requiere la adaptación a maquinaria sofisticada, facilitando la replicabilidad y transferencia tecnológica de los hallazgos.

- **Viabilidad Económica (Optimización de Costos):**

Costo Nulo del Aditivo: La retama (*Spartium junceum*) es una especie vegetal silvestre, considerada incluso invasiva en algunas áreas. Su uso como aditivo es de costo marginal para el poblador. La inversión se reduce únicamente para la recolección y el procesamiento (corte), haciendo que la solución sea inmediatamente accesible para la autoconstrucción de bajos ingresos.

- **Pertinencia Social (Viabilidad Social):**

El estudio aborda una necesidad crítica de la comunidad: aumentar la integridad estructural de las viviendas de adobe ante sismos. La solución propuesta es una innovación apropiada que respeta las técnicas constructivas locales y promueve el uso de recursos propios, lo que asegura su aceptación e implementación por parte de los pobladores de Sariapampa.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se describen las más importantes publicaciones en tesis y textos referidos al mejoramiento del adobe:

Robles (2022) escribió un estudio denominado: “Elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y agregado de nopal para mejorar la resistencia a compresión y durabilidad”, se trata de una tesis desarrollada en México; en su investigación analizó la introducción de fibra de nopal y de caña en el adobe para potenciar las cualidades físicas y mecánicas. El investigador tomó el enfoque de tipo cuantitativo y también un diseño de tipo experimental. Consideró el tipo de muestra no probabilística con una población idéntica a las muestras de 16 adobes para cada tipo de prueba, de las cuales se sometieron a cada tipo de variables. El investigador recopiló información a través de muestras de adobe que fueron sometidas a ensayos, los ensayos físicos fueron de densidad, absorción de agua. Las pruebas mecánicas consistieron en resistencia a la compresión, de uno, cinco, siete y diez por ciento de fibra de caña, adobes de seis meses guardados y de siete por ciento de fibra de caña como nopal usado como revestimiento; además de las pruebas termofísicas y de absorción. Concluyó que agregar un siete por ciento no beneficia a la compresión, pero si el uno, cinco y diez por ciento de fibra de caña con un 14.95 kg/cm²; en los adobes guardados durante seis meses aumenta en un cien por ciento y diez por ciento. En la prueba de siete por ciento de fibra de caña como nopal usado como revestimiento mejora en un setenta y siete por ciento, en la resistencia en la prueba con el agua aumenta en un uno por ciento; respecto a los demás agregados resisten casi veinticuatro horas y respecto a lo termino mejora el calor en un treinta y ocho por ciento. Este antecedente me oriento en que la homogenización en la mezcla es importante para tener una buena calidad.

Guevara (2022) escribió un estudio denominado: “Elaboración de bloques tradicionales incorporando material reciclado para la mejora del acondicionamiento térmico y acústico en viviendas rurales de ecuador”, se

trata de un trabajo de nivel doctoral desarrollada en la provincia de Tungurahua; en su investigación trato de aplicar correctamente la dosificación de las mezclas de aserrín y residuos de plásticos para mejorar el modelo de adobe tradicional. El investigador tomó el enfoque de tipo cuantitativo y también un diseño de tipo experimental. Consideró un tipo de muestra no probabilístico con una población igual a las muestras de 24 muestras para las pruebas con adobe, de las cuales 6 unidades serán para cada tipo de reforzamiento de dosificación. Los instrumentos utilizados fueron la observación directa y los análisis de laboratorio. El investigador extrajo la tierra de parroquias cercanas a Pilahuín, la dosificación empleada fue de un 5%, 10% y 15% de Tecnopor, aserrín y botellas de plástico (PET) y botellas de plástico (TBP), se someterán a ensayos para saber su calidad mejorada. En conclusión, la unidad de adobe con aserrín alcanzó el valor favorable en la prueba de resistencia con la dosificación de 5% con un valor de 15.2kg/cm², en la adición de botella de plástico también fue favorable un 5% de dosis con un valor de 15.87 kg/cm² y en la elaboración con bolsas de plástico alcanzó la dosis de 10% con un valor de 12.19 kg/cm². Este antecedente me oriento en realizar la comparación de adobes mejorados con uno tradicional.

García, Alavéz & Morales (2021) escribió un estudio denominado: "Resina de pino como aglutinante sostenible para el refuerzo del adobe", es un artículo científico desarrollado en Oaxaca de México; en su investigación elaboró un modelo de adobe mejorado de manera sostenible con resina natural de pino. El investigador utilizó el enfoque de tipo cuantitativo y un diseño de tipo experimental, consideró las muestras en dos etapas, sesenta y tres muestras para la primera y treinta y seis para la segunda para realizar los tipos de adobes con proporciones diferentes. El investigador lo desarrolló por etapas, llevada a cabo en dos partes: durante la parte I consistió en que utilizó la resina en diferentes proporciones para la prueba de permeabilidad además de compresión; la parte II, consistió en usar la mejor proporción obtenido en la parte I que se junta con la caca de burro. Concluyeron que, la mejor muestra fue la que se agregó un quince por ciento de resina, además de permanecer dos días en el agua. La mezcla con el quince por ciento de resina y excremento de burro mostró un 18.95 por ciento en la impermeabilidad; tuvo

un resultado de mejoría a la resistencia de 3.88 MPa siendo un ciento noventa y cuatro por ciento más que lo normado. Este antecedente me oriento en la metodología por grupos que está empleando en la investigación.

Muñoz & Arbildo (2023) escribió un estudio denominado: “Propuesta de mejoramiento de las características físicas y mecánicas de la unidad de adobe con la adición de engrudo de almidón de yuca y agregados finos obtenidos de residuos de demolición de concreto en el distrito de Huambo, provincia Rodríguez de Mendoza, región Amazonas”, se trata de una tesis desarrollada en las localidades de Huambo; en su investigación mejorar las características del bloque de adobe tradicional con la inclusión de almidón de yuca en engrudo y granulados delgados de concreto de escombros de construcciones. El investigador utilizó el enfoque de tipo cuantitativo y un diseño de tipo experimental, consideró las muestras de cuatro tipos de pruebas para saber el tipo de suelo y cinco muestras para realizar los tipos de adobes con proporciones diferentes. Mediante las pruebas, recopilaron datos para aportar conclusiones que ayudarán a abordar la hipótesis. Al modelo de adobe normal se le adicionará una cantidad estable de almidón de yuca, junto con diferentes casos de dosis con restos de obras de hormigón, esta constituirá la variable de aleatoriedad permaneciendo 21 constante los demás componentes del adobe. Concluyeron que el mejor modelo es el adobe AG1 que aumenta la eficacia de resistir la compresión en un 26,08% sobre el adobe típico, este modelo se crea utilizando un 1% a base de un material fino procedente de los restos de obras de hormigón y un 5% de contenido a base de engrudo de yuca. Este antecedente me oriento en la noción del porcentaje de fibra natural que agrega al trabajo de investigación.

Torres & Garcia (2024) escribió un estudio denominado: “Resistencia a la compresión del adobe artesanal con la incorporación de fibra de coco, Jaén – Cajamarca, 2022”, se trata de una tesis desarrollada en el distrito de Jaén de la región de Cajamarca; en su investigación diseñó un modelo de adobe al que incorporó fibras de coco con el propósito de analizar la compresión que resultante. El investigador utilizó el enfoque de tipo cuantitativo y además un diseño de tipo experimental, de clase analítico y deductivo. Consideró una

muestra no-probabilística de nueve probetas por cada tratamiento implementado, con una población de sesenta muestras formada por cuatro grupos. Recopilaron la información mediante la observación durante todo el proceso de la investigación y los análisis de laboratorios. Concluyeron que, los tratamientos con las fibras de coco aumentaron en gran medida la resistencia; en 19.11kg/cm² con un tratamiento de 2.5% de fibra, 19.92 kg/cm² con un tratamiento de 5% de fibra y 21.44 kg/cm² con un tratamiento de 7.5% de fibra. Este antecedente me oriento en la metodología y en el método de procesamiento utilizado en el estudio.

Quispe & Reynoso (2023) en su investigación titulada: “Adición de Fibra de Maguey y Cal Hidratada para Mejorar las Propiedades Físico-Mecánicas del Adobe para Viviendas Rurales”, este artículo científico fue desarrollada en el distrito de Pitumarca que pertenece al Cusco; en su investigación evaluó el desempeño de la incorporación del adiconamiento de la fibra del maguey y la adición de la cal hidratada en la mejora de las características del bloque de adobe. El investigador utilizó un enfoque de tipo cuantitativo, aplicativo y empleando un diseño de tipo experimental. Consideró las muestras del tipo no probabilístico, constituida por una población de 88 ejemplares de adobe reforzado de las cuales 72 fueron usadas para ensayos mecánicos y los 16 restantes para análisis físicos. El nivel de control fue el estándar, sin el agregado, y los grupos experimentales fueron AE1 con un 0.75%, AE2 con un 1.15% y AE3 con 1,30% de fibra de maguey y 1,80% de Hidróxido de calcio. En conclusión, la adición AE1 tuvo un desfavorable resultado en el estudio; sin embargo, AE3 fue beneficioso para la capacidad a la compresión de mampostería por unidad, axial en pilotes y diagonal en muros. Este antecedente me oriento en la identificación de las variables en mi investigación.

García (2022) escribió un estudio denominado: “Comparación de la resistencia de compresión entre un adobe convencional y un adobe hecho con fibras de shapaja con agregados extraídos de Supte San Jorge – Tingo María – Huánuco”, se trata de una tesis desarrollada en el centro poblado de Subte; en su investigación determinó que la característica mecánica correspondiente

a la fortaleza de compresión aplicada al adobe preparado con fibras de shapaja variaba en valores medios. El investigador utilizó un diseño experimental, un alcance explicativo y de manera cuantitativa realizó su diseño. Consideró una muestra tipo no probabilístico, una población de 60 unidades de adobe reforzado de las cuales se dividirán en cuatro grupos de 15 adobes cada uno; 15 de tradicionales y 45 con diferentes dosificaciones de la fibra. Su método principal de estudio que empleó fue la observación directa; el otro método, igualmente significativo, fue la recogida y posterior análisis de datos mediante fichas de laboratorio. Concluyó al respecto que sí se observa variación en función de la norma E-080 y las unidades de adobes elaborados a partir de fibras de Shapaja, con un valor de contraste de ($t=-46,755$, $p=0,001$). Este antecedente me oriento en el uso de los instrumentos en el estudio.

Solorsano (2023) en su investigación titulada: “Estudio de la resistencia a compresión del adobe reforzado con fibra textil, elaborados con suelos procedentes de Colpa Baja, Llicua y Tomayquichua – 2022”, se trata de una tesis desarrollada en las localidades de Colpa Baja, Tomayquichua y Llicua; en su investigación evaluó el impacto en la fortaleza a compresión de suelos mejorados con fibras textiles de Colpa Baja, Llicua y Tomayquichua. El investigador tomó un enfoque de tipo cuantitativo, un alcance correlacional y un diseño de tipo cuasi-experimental. Consideró unas muestras del tipo no probabilístico con una población de 90 unidades de adobe reforzado con fibra textil, 30 unidades de cada lugar donde se extrajo la muestra. Recopiló la información mediante la técnica observación directa, que consta de estudiar de cerca el efecto que produce fibra textil con respecto a la propiedad de resistir fuerzas de compresión del adobe, los instrumentos utilizados fueron Formularios (fichas de laboratorio) utilizados en la organización y exposición de la información y resultados en el ambiente de laboratorio. Concluyó que la clase de suelo influye en la propiedad de resistir cargas del adobe y que la fibra textil en un 3 % mejora el adobe en la resistencia a la compresión con las diferentes clases de suelos. Este antecedente me oriento en la identificar los indicadores en el estudio.

Olivas (2022) en su investigación titulada: “Refuerzo con caucho para mejorar las propiedades físico - mecánicas del adobe en la hacienda vichaycoto- 2021”, se trata de una tesis desarrollada en el distrito de Pillco Marca en la hacienda de Vichaycoto; en su investigación evaluó cómo afecta el caucho como refuerzo en las cualidades físico - mecánicas en la fabricación del adobe. El investigador tomó un Enfoque cuantitativo y un Alcance descriptivo, consideró una muestra de 120 adobes de los cuales 30 serán tradicionales y 80 serán elaborados con caucho en diferentes porcentajes. Se realizaron 10 pruebas para cada tipo de adobe, lo que requerirá al menos de 28 a 30 días de tiempo de secado antes de poder avanzar con los numerosos ensayos en el laboratorio sugeridos; basadas en la norma E-080 para la interpretación y el procesamiento de datos. Los instrumentos utilizados fueron la observación directa y los análisis de laboratorio. Concluyó que, en contraste con un adobe tradicional, el adobe con un 4% a base de caucho obtuvo un mejor rendimiento en las pruebas de flexión y compresión llegando a ser el más óptimo en las pruebas; y era comparable al adobe con un 7% de caucho en la prueba de absorción. Este antecedente me oriento en la medición del peso de las fibras para añadir a la mezcla.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ADOBE

“La unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad” (Norma E.080, 2017, p. 4).

2.2.1.1 NORMATIVA DE LA E.080 A EMPLEAR

- Calidad de la tierra que se emplea en la fabricación del adobe según norma:

Debe pasar las pruebas de presencia de arcilla y cinta de barro para confirmar la existencia de arcilla, es imprescindible equilibrarla a fin de garantizar que no se agriete durante el secado.

- Formas y Dimensiones:

La configuración de la planta del bloque de adobe será rectangular o cuadrada, y en determinadas circunstancias, los

ángulos de unión pueden ser diferentes de 90° (norma E.080,2017).

Las dimensiones deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- a) No podrá exceder por motivos de peso los 40 centímetros de lado.
- b) El bloque rectangular de adobe debe poseer la proporción de la longitud dos veces la anchura.
- c) Debe tener una altura entre 0.08m y 0.12m.

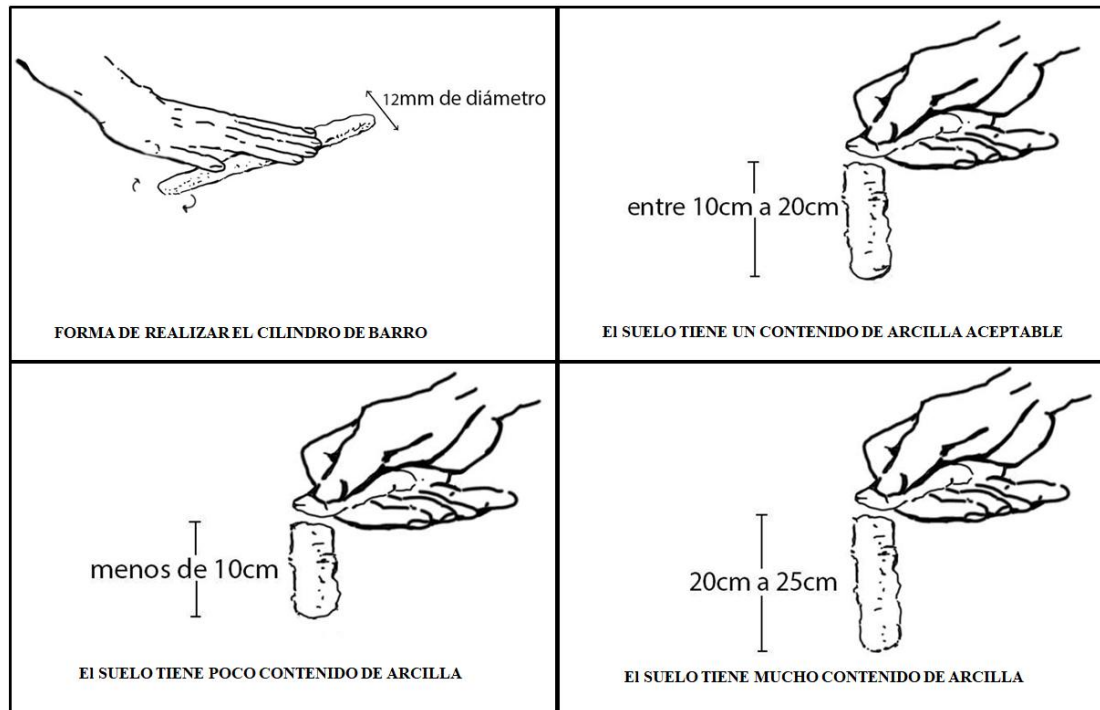
- Pruebas a emplear:

- a) Prueba de la cinta de barro

La determinación inicial de la textura arcillosa de un suelo puede realizarse de manera expedita a través de este procedimiento, que requiere alrededor de 10 minutos. El ensayo consiste en la elaboración de un cilindro de suelo de 12 mm de diámetro con humedad adecuada, el cual se transforma en una cinta de 4 mm de espesor mediante presión. La longitud de la cinta al descolgarse proporciona información sobre el contenido de arcilla: una extensión de 20 cm a 25 cm es indicativa de alta arcillosidad, mientras que una longitud inferior a 10 cm señala una baja concentración de arcilla (E-080, 2017).

Figura 1

Prueba de la cinta de barro

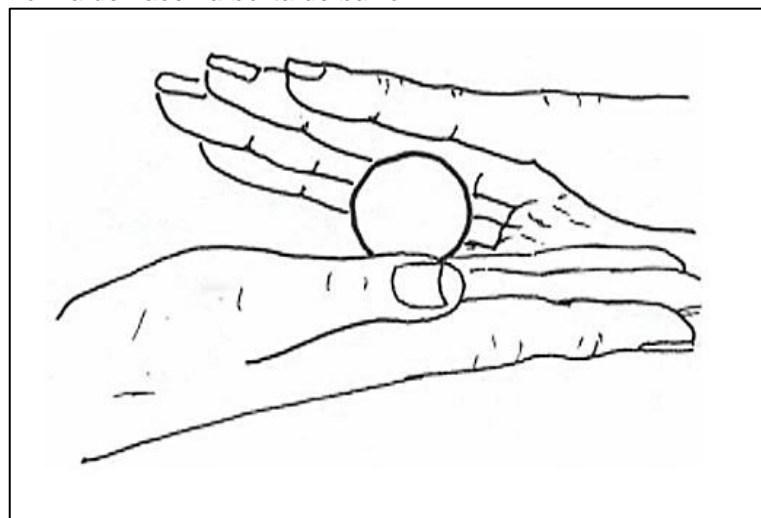


b) Prueba de la presencia de arcilla

- Se utiliza la tierra del lugar para formar 4 bolitas con un poco de agua, para que no se deformen al secarse. Se deben usar las manos en la elaboración, como se aprecia en la figura 2.

Figura 2

Forma de hacer la bolita de barro



- Se deja secar por 2 días las cuatros bolitas en un lugar seco.
- Se presiona con el dedo índice y el pulgar de una mano.
- Si se rompe se realiza de nuevo la creación de las bolitas, pero si rompen por segunda vez el suelo no es el adecuado, al menos que se le agregue arcilla. Pero si las bolitas no se

rompen significa que es la tierra adecuada para el adobe.

Figura 3

Como romper adecuadamente las bolitas de barro



2.2.1.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO TRADICIONAL Y DE INVESTIGACIÓN.:

El suelo empleado en la construcción tradicional de Sariapampa se identifica por una coloración ocre-amarillenta, lo que indica una génesis mineral inorgánica con presencia de óxidos de hierro y baja concentración de materia orgánica.

Para la presente investigación, el material se clasifica bajo el procedimiento visual-manual (ASTM D2488) como un suelo arcillo-limoso de plasticidad media (CL-ML). Esta tipología es idónea para el adobe, ya que el contenido de arcilla actúa como aglomerante natural, mientras que la fracción limosa y arenosa aporta estabilidad volumétrica, reduciendo el riesgo de contracción excesiva durante la fase de deshidratación.

- **La normativa ASTM D2488:** Es la práctica estándar internacional para la descripción e identificación de suelos mediante el procedimiento visual-manual. Su importancia en esta investigación radica en que permite clasificar el suelo de forma sistemática y técnica sin necesidad de equipos de laboratorio complejos.

A través de criterios como la resistencia en estado seco (prueba de la bolita), la dilatancia y la plasticidad (prueba de la cinta), esta norma proporciona una metodología científica para determinar si un suelo es una arcilla de baja (CL) o alta plasticidad (CH), asegurando que el material de Sariapampa cumple con los requisitos de cohesión que exige la Norma E.080 para la fabricación de adobes.

2.2.2. MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN TRADICIONAL DEL ADOBE

Se definirá los materiales que son necesarios para la elaboración del adobe (norma E.080,2017):

- **Tierra:** es un recurso natural constructivo que se compone por 4 componentes fundamentales: limo, arcilla, arena gruesa y arena fina.
 - a) El limo: Es una sustancia inerte formada por fragmentos de roca de un diámetro comprendido entre 0.002 milímetros hasta 0.08 milímetros, es estable cuando se toca con el agua y carece de características cohesivas.
 - b) Arcilla: Es un componente esencial del suelo, puede amasarse cuando se junta con el agua y también al unirse con el suelo forma el barro.
 - c) Arena Gruesa: Este material se distingue por su naturaleza inerte y su estabilidad al exponerse al agua. No posee cualidades que promuevan la cohesión, estando compuesto por elementos individuales con un rango de tamaño de 0.6 milímetros hasta 4.75 milímetros de tamaño.
 - d) Arena Fina: Se caracteriza por ser un material inerte; es estable cuando se junta con agua, privado de características adherentes y está formado mediante fragmentos de roca que van desde 0.08 milímetros hasta 0.50 milímetros de tamaño.
- **Agua:** El agua ha de ser potable o estar exenta de sustancias orgánicas; no contener aceites, ácidos, sales y otras sustancias que pueden ser dañinas.
- **Aditivo natural:** Son elementos que se obtienen de la naturaleza,

por ejemplo, la paja o stipa ichu, la arena gruesa, entre otros, que sirven para controlar las grietas que se manifiestan cuando el adobe se seca.

- a) Paja: Se conoce con el término stipa Ichu; es identificable por sus cañas o tallos de 25 a 80 centímetros de largo, sus hojas sin pelos y con haz áspero, abundantemente floridas a partir de la base; posee las glumas translúcidas y se localizan en lugares altoandinos entre 3700 hasta 4800 msnm.

2.2.2.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE AMASADO Y EFECTOS DEL CLORO

El agua utilizada proviene de canales de regadío locales (acequias), cumpliendo con la premisa de estar libre de sales, aceites y materia orgánica gruesa. Respecto a la inquietud sobre la potabilidad, se establece que el cloro presente en aguas tratadas es un agente oxidante volátil que, en concentraciones normales (0.5 a 1.0 mg/ L), no altera la estructura mineralógica de las arcillas. Sin embargo, para fines de esta investigación, el uso de agua natural sin aditivos químicos (como el cloro) es favorable, ya que evita la posible formación de cristales salinos superficiales y reproduce con exactitud la praxis constructiva de la zona altoandina.

2.2.2.2. PROCEDIMIENTO TRADICIONAL DE ELABORACIÓN EN EL CONTEXTO LOCAL

El proceso tradicional inicia con la limpieza manual del terreno para eliminar sobretamaños o piedras mayores a 1 pulgada, sin tamizar. Se procede al mezclado del barro con paja nativa, grama seca y agua, seguido de un periodo de dormido o fermentación de 24 horas. Este paso es pertinente para la investigación, ya que permite la hidratación completa de la tierra, incrementando la cohesión de la pasta antes del moldeo manual.

2.2.3. LA RETAMA (SPARTIUM JUNCEUM)

Arbusto sin pelillos (glabro) con aspecto de junco, crece entre 1.50 metros a 2 metros. Crece con varios tallos desde la base, y sus ramas altas, finas y verdes le confieren una ramificación característica. Sus hojas simples, opuestas y oblongas pueden llegar a medir 4 mm de grosor y 1.5 cm de largo. Las hojas son muy escasas en la retama, ya que son poco importantes. Las ramas hacen la fotosíntesis (un método de conservación del agua en las regiones áridas). Tiene unas fragantes flores de color amarillo vivo de 2 cm de ancho, que la cubren a finales de primavera y en verano. Sus legumbres a finales de verano maduran en color marrón claro de unos 4- 6 cm de longitud, éstas cuentan con 15-20 semillas.

Contrariamente a la creencia popular, la retama no es una planta autóctona de Perú, a pesar de estar muy dispersa e indómita por los Andes. Se reconoce su origen en el área mediterránea y llegó al Perú probablemente por casualidad durante los primeros años de la Conquista. Es apropiada para su propagación en diseños de conservación de suelos para salvar canales de riego y laderas. (Carlos Reynel, 2012. Guía de identificación de las plantas comunes del derecho de vía del ducto de Perú LNG. Perú)

Figura 4

La retama



Condiciones climáticas del hábitat de la retama:

La retama presenta un extenso rango de adaptación a diferentes condiciones ambientales; el clima en el cual habita es tropical húmedo, con temperaturas anuales de 22 °C (grados Celsius) a 26°C (grados Celsius) y precipitaciones pluviales entre 1100 a 3400 mm anuales.

Crecen en suelos arcillo-arenosos con un contenido medio-alto de materia orgánica. Esta planta crece también en terrenos áridos secos y de pocos nutrientes donde está presente constantemente el sol; tiene la función restauradora del terreno por que fija nitrógeno del aire al suelo.

2.2.3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA PLANTA

Para garantizar la eficiencia estructural, la retama (*Spartium junceum*) debe recolectarse en estado de madurez intermedia, identificable por tallos de color verde intenso y textura flexible. Se deben evitar especímenes leñosos (por su fragilidad) o muy jóvenes (por su inestabilidad hídrica).

2.2.3.2. PROTOCOLO TÉCNICO DE OBTENCIÓN DE LA FIBRA

Se realiza la obtención de la siguiente manera:

- **Cosecha:** Corte de ramas seleccionadas.
- **Deshojado:** Retiro manual de folíolos y flores para eliminar componentes orgánicos que puedan pudrirse dentro del bloque.
- **Estabilización:** Secado ambiental bajo sombra por 48 horas para equilibrar el contenido de humedad.
- **Troceado:** Corte manual de las fibras a una longitud controlada de 5 centímetros a 6 centímetros, asegurando una relación de aspecto que favorezca el anclaje sin generar grumos en la mezcla.

2.2.4. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

Las propiedades físico-mecánicas de un material son aquellas que determinan su comportamiento ante las fuerzas que se le aplican. Estas propiedades reflejan la relación entre la respuesta del material a una

carga y la deformación que sufre.

RESISTENCIAS A ESTUDIAR EN LA INVESTIGACIÓN:

Se analizarán las siguientes resistencias:

2.2.4.1. A LA COMPRESIÓN

Se define como la tensión máxima que un componente o cuerpo sólido estructural es capaz de resistir previo a experimentar una deformación irreversible por compresión. Esta es una propiedad mecánica fundamental del hormigón estructural, ya que se supone que soporta cargas de compresión en condiciones normales. Para determinar la capacidad de compresión, se realiza un estudio de compresión en que se ejerce una presión creciente sobre una probeta del material hasta que se quiebra. El valor obtenido a través de la experimentación de resistencia a la compresión se determinará utilizando al menos seis muestras, todas ellas completamente secas y se alcanzará un resultado mínimo de 12 kg/cm² (E-080, 2006).

Representación matemática para el ensayo a compresión:

$$F = \frac{C}{M} \left(\frac{Kg}{cm^2} \right)$$

donde:

F= resistencia total.

C= carga aplicada máxima.

M= Media de superficie neta superior e inferior.

2.2.4.2. A LA FLEXIÓN

Es la propiedad de un material para tolerar esfuerzos aplicados en sentido perpendicularmente a su eje longitudinal. Se trata de una propiedad mecánica importante para los materiales pétreos, dentales y para evaluar la estabilidad de los materiales. Para establecer la capacidad de resistencia a la flexión, se dobla una probeta en forma de barra en este ensayo. La zona superior de la probeta se comprime, mientras que la zona inferior se

tracciona.

En ausencia de una especificación en la norma E.080 para la unidad de adobe, se recurrirá a la adaptación del principio del ensayo de flexión transversal de la NTP 399.613 para evaluar la rotura bajo carga transversal.

2.2.5. PROPIEDADES QUE SE TOMARÁN DE LA FIBRA DE RETAMA

2.2.5.1. FLEXIBILIDAD

La flexibilidad de la fibra de retama es una propiedad crucial que contribuye significativamente a la calidad y durabilidad del adobe. Según Banrepcultural (2024), la flexibilidad consiste en la facilidad para cambiar de forma o doblarse sin romperse.

Dentro de la flexibilidad se tomarán aspectos como:

2.2.5.1.1. TRABAJABILIDAD

La trabajabilidad es la facilidad de un material para ser manipulado sin mucho esfuerzo. En el caso del adobe, la trabajabilidad se refiere al estado de la fibra de retama en el momento que se incorpora a la tierra para fabricar el adobe.

2.2.5.1.2. PARÁMETROS DE HOMOGENEIDAD EN LA DISPERSIÓN DE FIBRAS DE RETAMA:

La homogeneidad de la fibra de retama es un aspecto esencial que afecta directamente a la calidad y resistencia del adobe. Cuando hablamos de homogeneidad en este contexto, nos referimos a la uniformidad en cuanto a lo siguiente:

- **Longitud de las fibras:** Es fundamental que las fibras posean una dimensión longitudinal similar para asegurar una distribución uniforme en la mezcla y una mejor interconexión con las partículas de suelo.
- **Diámetro de las fibras:** Un diámetro similar en las fibras facilitará una mejor mezcla y una distribución más

homogénea en la masa del adobe.

Técnicamente, la homogeneidad se define como la distribución uniforme de la unidad de refuerzo dentro de la matriz continua de suelo. En esta tesis, se controla mediante la estandarización de la longitud (5 cm a 6cm) y el método de mezclado por capas. Una mezcla homogénea garantiza que el módulo de elasticidad sea constante en todo el espécimen, evitando planos de falla preferencial y asegurando que la fibra de retama trabaje eficientemente en la transferencia de esfuerzos internos.

2.2.5.2. LA TEXTURA

La textura de una fibra se refiere a las características superficiales de la misma, como la rugosidad, la finura y la presencia de irregularidades. Estas características influyen en la capacidad de la fibra para adherirse a las partículas de suelo y formar una matriz más compacta y resistente. La textura de la fibra de retama se define por su microrrugosidad superficial, la cual provee un anclaje mecánico superior al de fibras lisas.

2.2.5.3. ADHERENCIA

La adherencia de la fibra de retama al barro en la fabricación de adobes es un factor primordial que determina la calidad y resistencia a largo plazo de este material constructivo tradicional. Esta unión estrecha entre las fibras y el barro es lo que confiere al adobe una mayor resistencia, ductilidad y durabilidad.

La adherencia no se limita a una unión física, sino a un mecanismo de esfuerzo de corte interfacial. Este fenómeno permite que, ante una carga de flexotracción, la matriz de barro transfiera las tensiones a la fibra a través de la fricción en la interfaz. La eficacia de esta unión depende de la rugosidad de la corteza de la retama y de la contracción controlada del barro, que abraza la fibra

durante el secado, creando un intertrabado mecánico.

2.2.6. PROTOCOLO DE CURADO Y CONTROL DE EVAPORACIÓN DEL ADOBE

El cuidado en el secado es crítico para evitar el agrietamiento térmico. Las muestras deben someterse a un curado bajo sombra durante los primeros 7 días. Este procedimiento regula el gradiente de evaporación, permitiendo que la pérdida de agua sea gradual. Si el secado es súbito (exposición solar directa), se generan tensiones de tracción en la superficie que superan la cohesión del barro fresco, resultando en microfisuras que comprometen la resistencia a la compresión final del adobe.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Aditivo natural:** Según la Norma E.080 (2017), se refiere a “aquellos ingredientes naturales, tales como agregados (arena gruesa) y fibras (paja), que se encargan de minimizar o prevenir los fallos del adobe durante el secado”. En este estudio, la fibra de retama asume este rol para optimizar el comportamiento estructural de la unidad.
- **Adobe:** Bloque sólido de tierra sin cocer, el cual puede ser estabilizado con aditivos naturales. Su fabricación se basa en el moldeo de una mezcla plástica de suelo y agua, secada mediante radiación solar hasta alcanzar una resistencia a la compresión mínima de 12 kg/cm² (Norma E.080, 2017).
- **Dormido del barro:** Fase de reposo de la combinación de tierra y agua por un periodo aproximado de 24 horas. Este proceso técnico garantiza la hidratación integral de las láminas de arcilla, incrementando la plasticidad y cohesión de la pasta previo al moldeo manual (Norma E.080, 2017).
- **Fibra de Retama (*Spartium junceum*):** Recurso botánico de carácter lignocelulósico que se incorpora a la matriz de tierra. Funciona como una armadura secundaria distribuida de forma aleatoria para absorber los esfuerzos de tracción y mitigar la propagación de microfisuras por contracción.

- **Resistencia a la compresión:** Capacidad mecánica de un bloque de adobe para soportar cargas axiales aplicadas perpendicularmente a su área de apoyo sin colapsar. Es el principal parámetro para validar la seguridad estructural de la edificación (Norma E.080, 2017).
- **Resistencia a la flexión:** Propiedad que mide la capacidad del material para resistir fuerzas que tienden a curvarlo. En el adobe reforzado, esta propiedad se ve optimizada por el anclaje mecánico de las fibras, permitiendo mayor ductilidad antes de la rotura (Norma E.080, 2017).
- **Trabajabilidad:** Propiedad del barro en estado plástico que facilita su manipulación, mezclado y acabado en el molde, influyendo directamente en la reducción de oquedades y fisuras superficiales durante la fase de evaporación.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente las propiedades físico- mecánicas del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.
- La incorporación de fibras de retama como aditivo natural en la mezcla del adobe incrementa su resistencia a la flexión, reduciendo el riesgo de fisuras y fracturas en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.
- La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe, facilitando su manejo y moldeado sin comprometer su cohesión estructural en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES FÍSICAS – MECÁNICAS

- **Definición conceptual:** Las características mecánicas de los materiales nos permiten diferenciarlos en función de su composición, estructura o comportamiento en relación con un determinado resultado.
- **Definición operacional:** Son aquellas capacidades que posee un material para resistir fuerzas o deformaciones, para medir la resistencia del material a la compresión y flexión.
- **Dimensiones:** Resistencia a la compresión y Resistencia a la flexión
- **Indicadores:** Ensayo a compresión con 1% de fibra de retama, ensayo a compresión con 4% de fibra de retama y ensayo a compresión con 7% de fibra de retama.
- **Escala de medición:** Dicha medición es de razón; el laboratorio nos va a brindar resultados respecto a los ensayos de la propiedad, al ensayo de las propiedades físico mecánica respecto a la compresión y flexión.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: FIBRA DE RETAMA

- **Definición conceptual:** La palabra aditivo natural se define en la Norma E.080 (2017) como “aquellos ingredientes naturales, tales como agregados (arena gruesa) y fibras (paja), que se encargan de minimizar o prevenir los fallos del adobe durante el secado”.
- **Definición operacional:** Las propiedades físicas - mecánicas de los bloques vendrán determinadas por la proporción de fibra de retama utilizada como aditivo natural del adobe.
- **Dimensiones:** Flexibilidad y textura.
- **Indicadores:** Trabajabilidad, homogeneidad de la fibra y adherencia.
- **Escala de medición:** La escala de medición es de razón; se midió el peso de la retama respecto al peso de la mezcla para el adobe.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES/CATEGORÍA

Tabla 1

Operacionalización De Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Fibra de retama	La palabra aditivo natural se define en la Norma E.080 (2017) como aquellos ingredientes naturales, tales como agregados (arena gruesa) y fibras (paja), que se encargan de minimizar o prevenir los fallos del adobe durante el secado.	Las propiedades físicas - mecánicas de los bloques vendrán determinadas por la proporción de fibra de retama utilizada como aditivo natural del adobe.	<ul style="list-style-type: none"> Flexibilidad Textura 	<ul style="list-style-type: none"> Trabajabilidad Homogeneidad de la fibra Adherencia 	<ul style="list-style-type: none"> Norma E.0.80Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Ficha de observación 	La escala de medición es de razón; se midió el peso de la retama respecto al peso de la mezcla para el adobe
Variable dependiente PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS	Las características mecánicas de los materiales nos permiten diferenciarlos en función de su composición, estructura o comportamiento en relación con un determinado resultado.	Son aquellas capacidades que posee un material para resistir fuerzas o deformaciones, para medir la resistencia del material a la compresión y flexión.	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión 	<ul style="list-style-type: none"> Ensayo a compresión con 1% de fibra de retama. Ensayo a compresión con 4% de fibra de retama. Ensayo a compresión con 7% de fibra de retama. Ensayo a flexión con 1% de fibra de retama. Ensayo a flexión con 4% de fibra de retama Ensayo a flexión con 7% de fibra de retama. Norma E.080 Diseño y construcción con Tierra Reforzada 	<ul style="list-style-type: none"> Fichas de laboratorio para el ensayo de la resistencia a compresión y flexión. 	Dicha medición es de razón; el laboratorio nos va a brindar resultados respecto a los ensayos de la propiedad, al ensayo de las propiedades físico mecánica respecto a la compresión y flexión.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a práctica este trabajo, se utilizarán conocimientos adquiridos con anterioridad que contribuyan a encontrar soluciones al problema específico planteado al utilizar adobe junto a el aditivo propuesto, con el propósito de mejorar el rendimiento del adobe para hacerlo apto para su uso en arquitectura como tecnología constructiva, a verificar en los resultados de los experimentos en el laboratorio que resolverán el problema. Por consecuencia, se aplica el tipo de investigación que es aplicada.

De acuerdo con Vizcaíno et al (2023) este tipo de investigación se enfoca en la aplicación práctica del conocimiento científico para solucionar problemas específicos y mejorar situaciones existentes. Esta modalidad se enfoca en la aplicación de resultados obtenidos para elaborar soluciones prácticas y abordar problemas concretos en diversos campos.

3.2. ENFOQUE

En este sentido, dado que las variables del estudio se cuantificarán, es decir, se evaluarán y medirán numéricamente, esta investigación adoptará un enfoque cuantitativo.

En su trabajo, Sampieri et al (1997) describe este tipo de enfoque como aquel que emplea la medición numérica y el análisis estadístico de datos recolectados, con el objetivo de someter a prueba hipótesis, detectar patrones de comportamiento y proporcionar evidencia empírica para la validación de teorías

3.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Dicho estudio se ceñirá al ámbito de investigación explicativa o causal, ya que tiene como objetivo describir o demostrar la contribución de la fibra de retama, en las características del adobe; en los aspectos de resistencia y flexión que presenta respecto a las muestras de adobe convencional.

Sampieri et al (1997), la investigación explicativa está dirigida a dar respuestas a las causas de los acontecimientos y fenómenos sociales o

físicos, yendo más allá de la mera descripción de ideas o fenómenos. Se dedica en explicar las razones por la que se produce un fenómeno y las circunstancias en las que aparece.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Dicho estudio adoptará un diseño experimental, específicamente de tipo cuasi experimental con grupo control y grupo experimental, ya que podemos cambiar cualquiera de las variables sola o en combinación con otros factores para ver qué resultados podemos obtener.

Según Sampieri et al (1997), se construye un escenario, se altera intencionadamente la variable independiente y luego se observa el resultado de esta alteración sobre la variable dependiente en una investigación experimental.

Después de la prueba, se examinará el resultado de la adición de una proporción específica de fibra de retama (variable independiente) sobre la capacidad de optimizar las propiedades físico-mecánicas (variable dependiente) del adobe. Se propone un diseño pretest-postest con grupo control, donde se comparan muestras de adobe convencional (sin fibras de retama) con muestras de adobe mejorado (con diferentes proporciones de fibras de retama).

- **Grupos de estudio:**

- a) **Grupo control (GC):** Adobe elaborado en la localidad de Sariapampa de manera tradicional.
- b) **Grupo experimental (GE):** Adobe con aditivo natural como la fibra de retama en diferentes proporciones tales son 1%, 4% y 7%; respetando las normas existentes en su elaboración.

- **Variables:**

- a) **Variable independiente:** Incorporación de fibras de retama en diferentes proporciones tales son 1%, 4% y 7%;
- b) **Variables dependientes:**
 - Resistencia a la compresión (kg/ cm²)
 - Resistencia a la flexión (kg/ cm²)
 - Trabajabilidad del adobe

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. POBLACIÓN

El volumen poblacional en este estudio está determinado por los adobes que se elaboraran en el centro del pueblo de Sariapampa, por lo que es un tamaño de población es finito, es decir, que la población será igual a la muestra. Hurtado (2000) afirma que el grupo de seres en los que se investigará la variable y que además satisfacen los parámetros de inclusión como características compartidas, conforman la población de un estudio.

3.5.2. MUESTRA

El tipo de muestra será no probabilístico. Sampieri (1997) afirma que la designación de los distintos elementos no responde a la probabilidad, se debe a causas vinculadas a las particularidades de la investigación.

Se seleccionará un número representativo de unidades de adobe para cada grupo, siguiendo criterios de homogeneidad en la materia prima y condiciones de curado. La muestra se reducirá a 48 unidades de adobe en su totalidad; 12 de los cuales serán elaboradas bajo los criterios de la norma, los cuales nos brindarán la dosificación ideal para el tipo de suelo de Sariapampa; y 36 serán elaborados con la inserción de 1, 4 y 7% de fibras de retama.

La cantidad de adobes elaborados se decidió ya que es suficiente para la elaboración de la tesis, ya que para realizar un análisis de resistencia se requiere un mínimo de 3 muestras. La dosificación de la retama se tomará de acuerdo al peso de la tierra seca.

Tabla 2*Denominación de las muestras a fabricar*

Muestra	Denominación
Adobe sin mejorar (tradicional)	G-0
Adobe con 1 % de fibra de retama	G-1
Adobe con 4 % de fibra de retama	G-2
Adobe con 7 % de fibra de retama	G-3

Tabla 3*Establecimiento de cantidad de bloques.*

Número de bloques de adobe a emplear					TOTAL # de bloques
Adobe	Sin mejorar	Mejorado con Retama			
Ensayos	Muestra convencional (tierra + paja)	1 % de fibra de retama aplicado en el adobe	4 % de fibra de retama aplicado en el adobe	7 % de fibra de retama aplicado en el adobe	
Compresión	6	6	6	6	
Flexión	6	6	6	6	
Sub total	12	12	12	12	48

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. MÉTODO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 4

Técnicas e Instrumentos

TÉCNICAS		INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Observación directa		Guía de observación (Matriz de evaluación de trabajabilidad)
Ensayo de laboratorio		Fichas técnicas de rotura (Compresión y Flexión)
Identificación	Visual-	Guía de clasificación de suelos ASTM D2488
Manual		

El presente plan de estudio se sustenta en ensayos de laboratorio y observación directa. Se analizará la resistencia a la compresión y flexión según la Norma E.080, evaluando la influencia de la fibra de retama. Para la trabajabilidad, se utilizarán escalas de valoración que midan la cohesión y plasticidad de la mezcla en estado fresco, asegurando la coherencia con los conceptos de interfaz fibra-matriz expuestos en el marco teórico.

- **Ensayos mecánicos:** Prensa hidráulica para pruebas de compresión y equipo de ensayo de flexión de tres puntos para pruebas de flexión.
- **Ficha de registro:** Para documentar valores de resistencia y características observadas.
- **Escalas de valoración:** Para evaluar la trabajabilidad de la mezcla con la observación directa se usó la escala de Likert 1-5.

3.6.2. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos mediante la observación directa se registrarán en formatos de campo estandarizados para su posterior procesamiento digital. El análisis se guiará por los parámetros de la **Norma E.080** y el procedimiento **ASTM D2488** para la validación de la materia prima (suelo).

La investigación se divide en 4 pasos como se presenta en la figura 5. Procedimiento:

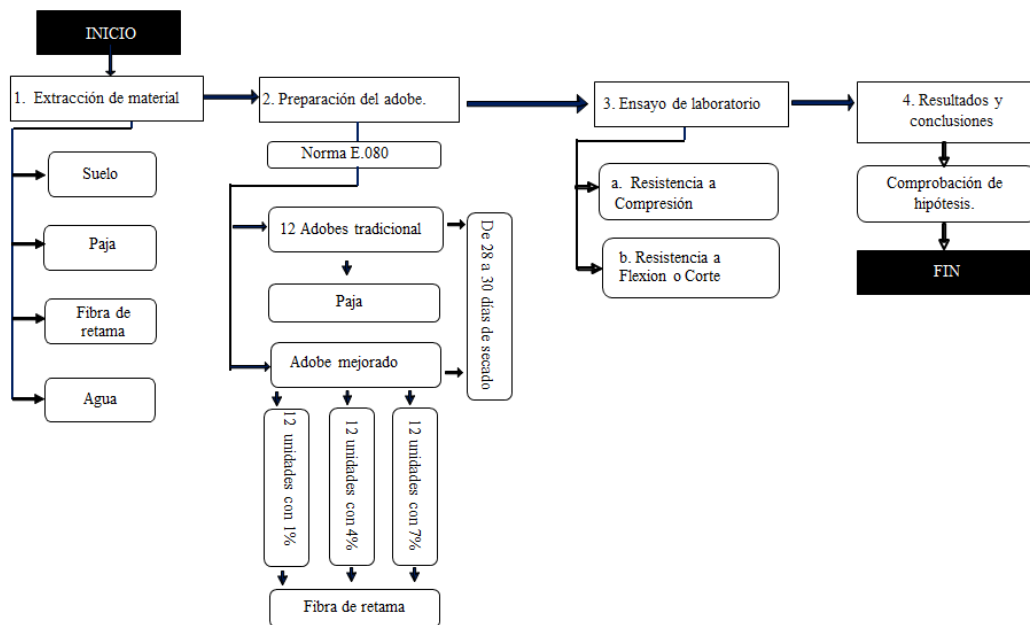
1. **Extracción y caracterización de materiales:** Se recolecta el suelo de la cantera en Sariapampa. Siguiendo la base teórica, se aplica el

procedimiento visual-manual ASTM D2488 para confirmar que el suelo es apto (arcillo-limoso) mediante las pruebas de cinta y bolita. El agua utilizada es de fuente natural (acequia), verificando que esté libre de materia orgánica gruesa.

2. **Preparación del adobe:** Se tamiza el suelo para eliminar sobretamaños. Se incorpora la fibra de retama según los porcentajes establecidos (1%, 4% y 7%). El mezclado se realiza de forma gradual para garantizar la homogeneidad de la fibra y evitar grumos, asegurando la adherencia interfacial entre el barro y el refuerzo.
3. **Ensayos de laboratorio:** Las muestras se someten a un curado controlado bajo sombra por 28 a 30 días para evitar fisuras por contracción térmica (gradiente de evaporación). Pasado este tiempo, se realizan los ensayos de compresión y flexión en prensa hidráulica.
4. **Resultados y conclusiones:** Los datos se procesan estadísticamente para determinar la dosificación óptima.

Figura 5

Programación esquemática de la investigación



Obtención de la retama:

Se recolectan ramas de retama de madurez intermedia (verdes y flexibles). El proceso incluye el deshojado manual y el troceado de las ramas en longitudes de 5cm a 6cm. Esta dimensión técnica busca optimizar el anclaje mecánico y evitar la formación de grumos durante el

mezclado, garantizando la homogeneidad de la muestra.

Propiedades de la retama:

La retama se selecciona por su alto contenido de celulosa y lignina, polímeros naturales que le confieren alta resistencia a la tracción y flexibilidad. Estos componentes son los que permiten que la fibra actúe como una armadura secundaria, absorbiendo los esfuerzos internos y mitigando la propagación de microfisuras durante el proceso de contracción por secado del adobe

3.6.2.1. CÁLCULO DEL PORCENTAJE RESPECTO AL PESO

La dosificación de la fibra se determina mediante una relación porcentual respecto al peso seco del suelo (P_s), utilizando balanzas de precisión de 0.1g. Los porcentajes de estudio son 0%, 1%, 4% y 7%, calculados para cada tanda de mezclado para garantizar la replicabilidad del diseño de mezcla.

$$W_{fibra} = \%_{fibra} \times W_{suelo\ seco}$$

3.6.2.2. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN: TRADICIONAL VS. PROPUESTO

Para la obtención de los resultados mecánicos, se establecieron diferencias críticas en el proceso de fabricación, comparando la técnica empírica de la zona con el protocolo controlado de la investigación.

A. Proceso Tradicional (Grupo Control G-0)

En el Centro Poblado de Sariapampa, la elaboración común del adobe sigue un patrón empírico:

Extracción y Mezclado: Se utiliza la tierra tal como se extrae de la cantera, sin tamizado previo, mezclándola con agua y paja silvestre.

Dormido del barro: La masa se deja reposar por un periodo de 24 a 48 horas para lograr la fermentación y plasticidad (proceso de "dormido").

Moldeo: Se realiza de forma manual sobre suelo nivelado, usando moldes de madera humedecidos.

B. Proceso Propuesto con Fibra de Retama (Grupos G-1,

G-2, G-3)

La metodología de esta investigación introdujo modificaciones técnicas para optimizar la respuesta mecánica de las unidades:

Preparación del Suelo (Tamizado): A diferencia del método tradicional, el suelo fue tamizado mediante la malla N°6 para eliminar piedras de gran tamaño y materia orgánica gruesa, asegurando una matriz de tierra homogénea.

Preparación de la Fibra: La retama fue cortada a una longitud uniforme de 5 a 6 cm, según lo establecido en el ítem 2.2.3.2

Secuencia de Mezclado (Modificación Principal): * Primero, se procedió a la mezcla del suelo tamizado con el agua hasta alcanzar el punto de plasticidad adecuado.

No se mezcló la fibra en seco. Una vez obtenida la consistencia de barro, se incorporaron gradualmente las fibras de retama (1%, 4% o 7% según el grupo) mediante un mezclado manual vigoroso para asegurar que la fibra se distribuya tridimensionalmente y no se aglomere ("efecto bola").

Periodo de Reposo (Dormido): Al igual que en el método tradicional, la mezcla (ya con la fibra integrada) se dejó reposar por 24 horas. Esta etapa es crucial en el nuevo proceso para permitir que la humedad penetre uniformemente en la matriz de arcilla y que la fibra de retama se asiente dentro de la mezcla húmeda.

Moldeo y Vibrado Manual: Se utilizaron moldes de 35x19x10 cm. Se puso especial énfasis en el compactado manual en las esquinas del molde para evitar vacíos de aire que suelen ser comunes en el adobe tradicional por la presencia de terrones no tamizados.

3.6.2.2.1. RESUMEN DE MODIFICACIONES AL PROCESO

Para mayor claridad, se presenta la siguiente tabla comparativa de los cambios realizados:

Tabla 5*Modificaciones al proceso de elaboración*

Etapa del Proceso	Método Tradicional (Sariapampa)	Método Propuesto (Investigación)	Finalidad de la Modificación
Tratamiento del suelo	Uso directo (con piedras y terrones).	Tamizado sistemático (Malla N°6).	Homogeneidad de la masa y evitar puntos de fractura..
Orden de mezcla	Suelo + paja + agua.	(Suelo + agua) + Retama añadida al final.	Evitar segregación de la fibra.
Estado de la fibra	Paja silvestre seca.	Fibra de retama fresca/verde.	Mayor flexibilidad e integración.
Reposo (Dormido)	Realizado antes del moldeo.	Realizado después de integrar la fibra.	Estabilización de la mezcla reforzada.
Control de dimensiones	Variable según desgaste del molde.	Estricto según Norma E.080.	Estandarización de pruebas.

3.6.3. EXPOSICIÓN DE LOS DATOS

Se emplearán tablas comparativas y gráficos obtenidos en los ensayos para determinar si la incorporación de fibras de retama genera mejoras significativas en las propiedades del adobe.

3.6.4. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Los datos obtenidos de los 6 especímenes por grupo se someterán a un análisis de varianza (ANOVA) y a la Prueba de Post-Hoc de Tukey (con un nivel de confianza del 95%) se empleó el software estadístico SPSS para los datos adquiridos en el laboratorio. Este análisis estadístico permitirá confirmar si las diferencias en la resistencia mecánica son significativas, validando la hipótesis de que la fibra de retama mejora el comportamiento del adobe frente a esfuerzos de compresión y flexión.

3.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se garantiza el respeto a las normativas técnicas nacionales e internacionales vigentes, asegurando que el manejo de datos en el software SPSS refleja fielmente los resultados obtenidos en la prensa hidráulica, sin manipulación de variables.

CAPITULO IV

4.1 RESULTADOS

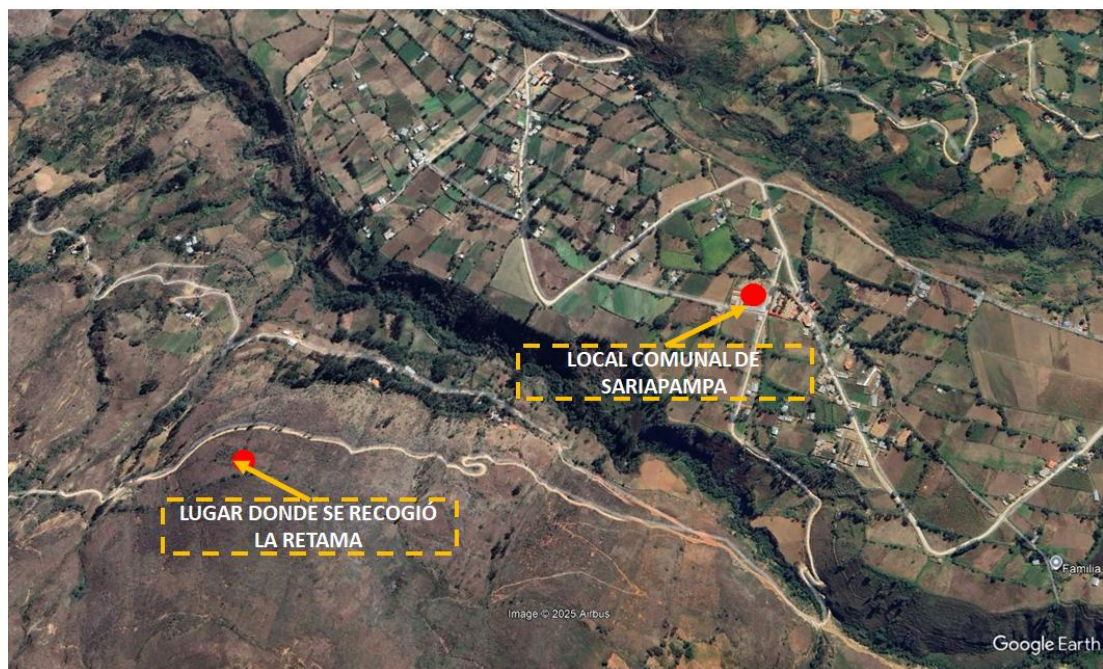
4.1. ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES A EMPLEAR.

4.1.1. RETAMA

La adquisición de la retama se llevó a cabo en la zona de Patrón Pampa que está a unos 10 minutos del centro comunal de Sariapampa. A diferencia del uso de paja tradicional, donde el material se añade largo o entero, para esta investigación la retama pasó por un proceso de habilitación mecánica: se seleccionaron las ramas flexibles y se cortaron manualmente en longitudes de 5 cm a 6 cm. Esta medida se estandarizó para asegurar una distribución uniforme en la masa de barro, evitando el "entorchado" o aglomeración de fibras que ocurre en el proceso tradicional.

Figura 6

Ubicación del lugar donde se extrajo la retama

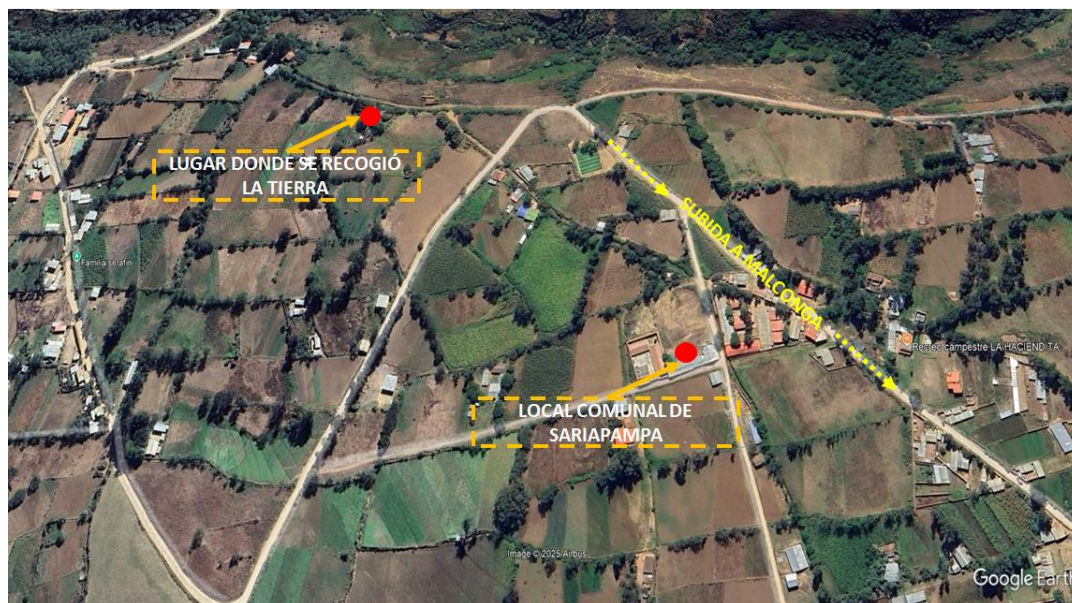


4.1.2. TIERRA

La adquisición de la tierra se usó de la misma localidad de la parte baja de Sariapampa, que está a unos 2 minutos del centro comunal de Sariapampa.

Figura 7

Ubicación del lugar donde se extrajo la tierra



4.1.2.1. IDENTIFICACIÓN VISUAL-MANUAL DEL SUELO

Se realizó la caracterización organoléptica siguiendo la norma ASTM D2488, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6

Identificación visual-manual del suelo

Parámetro	Método / Procedimiento	Resultado Observado
Color	Observación directa en estado húmedo.	Pardo amarillento (marrón claro).
Olor	Percusión de la muestra húmeda.	Orgánico nulo (suelo mineral).
Resistencia Seca	Presión con el dedo sobre un terrón seco de 2.5cm.	Alta: El terrón no se rompe con presión digital, requiere apoyo de superficie dura.
Dilatancia	Sacudir una pastilla de suelo húmedo en la mano.	Lenta: El agua tarda en aparecer en la superficie y desaparece lentamente.
Tenacidad	Formación de rollitos de 3mm en estado de plasticidad.	Media: El rollito tiene firmeza y se desmorona cerca del límite plástico.
Plasticidad	Ensayo de manipulación y deformación.	Plástica (Media-Alta): Se logran hilos finos sin romperse fácilmente.
Ensayo de Cinta	Deslizar el suelo entre pulgar e índice (E.080).	14 cm de longitud: Presencia óptima de arcilla.

Prueba de Arcilla	Presión de bolitas secas (E.080).	Aceptable: Las bolitas no se fracturan.
Clasificación Estimada	Basado en los criterios anteriores.	Arcilla de baja a media plasticidad (CL)

4.1.2.2. VALIDACIÓN DEL SUELO SEGÚN NORMA E.080

Complementando la caracterización científica, se ejecutaron las pruebas empíricas dictadas por la Norma Técnica de Edificación E.080 (2017) para determinar la aptitud del suelo de Sariapampa en la fabricación de adobes.

A. Ensayo de la Cinta de Barro

Siguiendo el protocolo normativo, se moldeó un cilindro de 12mm de diámetro, transformándolo en una cinta de 4 mm de espesor mediante presión manual.

Resultado: Se obtuvo una longitud de 14 cm antes de que la cinta se desprendiera por su propio peso.

Interpretación: Según la base teórica de la E.080, una longitud entre 10cm y 20 cm es el rango ideal para la fabricación de adobes. Al obtener 14 cm(se observa en la imagen del panel fotográfico del anexo 14), se confirma que el suelo posee una concentración de arcilla moderada-adeuada, lo que garantiza cohesión sin los riesgos de fisuración excesiva que presentan los suelos con alta arcillosidad (superiores a 20 cm).

B. Prueba de Presencia de Arcilla (Resistencia de la "Bolita")

Se elaboraron 4 esferas de barro con un diámetro aproximado de 2cm, las cuales fueron sometidas a un proceso de secado natural bajo sombra durante 48 horas.

Resultado: Tras el periodo de secado, se procedió a aplicar presión con los dedos pulgar e índice. Ninguna de las cuatro

unidades sufrió fractura o desmoronamiento. (se observa en la imagen del panel fotográfico del anexo 14)

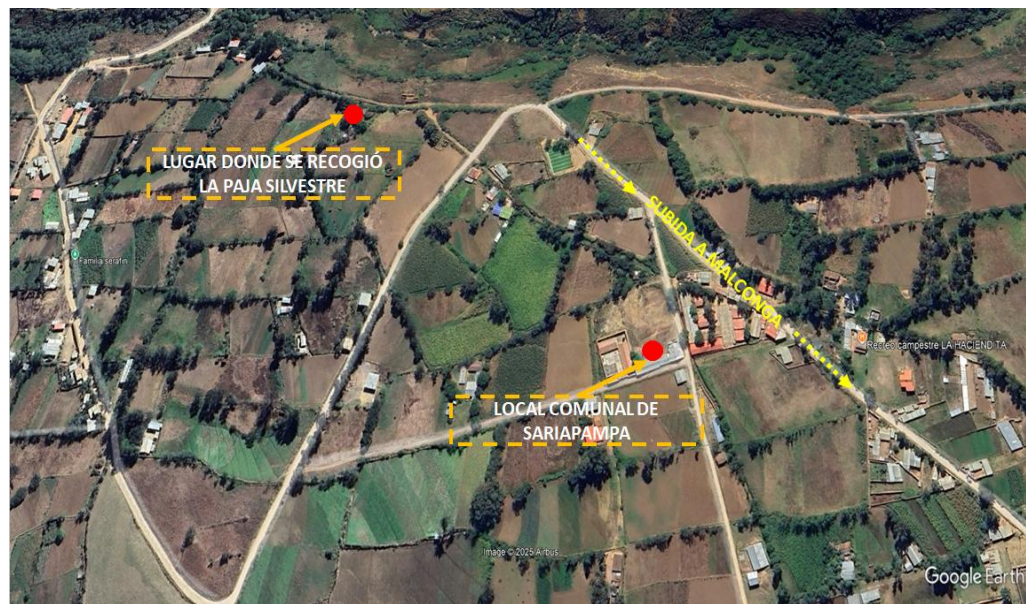
Interpretación: El hecho de que las bolitas resistieran la presión digital sin romperse valida que el suelo de Sariapampa cuenta con la arcilla necesaria para actuar como aglomerante. De acuerdo con la Norma E.080, este resultado califica al suelo como apto y apto para la producción de unidades de adobe sin necesidad de estabilizadores externos de arcilla adicionales.

4.1.3. PAJA SILVESTRE O GRAMA SECA

La adquisición paja que en la localidad de Sariapampa se usa la denominada paja silvestre y también se usa la grama se usa solo poco y se sacó de la misma localidad de la parte baja de Sariapampa, que está a unos 2 minutos del centro comunal de Sariapampa.

Figura 8

Ubicación del lugar donde se extrajo la Paja silvestre



4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL MOLDE DE ADOBE

Las dimensiones se tomaron de un molde ya usado por la población, pero que también cumpla con la normativa E.080.

Ancho:35 cm.

Largo:19 cm.

Alto:10 cm.

4.3. EVALUACIÓN FÍSICA DE LAS UNIDADES CONFORMADAS

Antes de someter las muestras a los ensayos destructivos de laboratorio, se realizó una evaluación física y visual de las unidades tras el periodo de curado de 28 días. Los resultados de la aplicación del proceso propuesto frente al tradicional se detallan a continuación:

A. Análisis de la Matriz y Acabado Superficial

Tras el desmolde y secado, las unidades con fibra de retama (G-1, G-2 y G-3) presentaron una matriz notablemente más homogénea. La eliminación de piedras mediante el tamizado sistemático evitó la formación de oquedades o "nidos de abeja" que son comunes en el adobe tradicional (G-0) de Sariapampa. Las aristas de los bloques mejorados resultaron nítidas y resistentes al manipuleo.

B. Control de la Retracción por Secado

Se observó que la red tridimensional formada por la retama fresca mitigó la aparición de fisuras radiales. Mientras que en el grupo control (G-0) se detectaron microfisuras de contracción superiores a 1 mm de profundidad, los grupos con 4% de fibra mantuvieron una superficie íntegra, confirmando que la fibra "cose" la matriz interna durante la pérdida de humedad.

C. Inspección de la Interfaz Fibra-Suelo

Al realizar cortes aleatorios en unidades de prueba, se verificó que la secuencia de mezclado diferenciado evitó la aglomeración de fibras (efecto bola). Las fibras de retama se encontraron embebidas individualmente en la pasta de arcilla, garantizando un anclaje mecánico uniforme en todo el volumen del espécimen.

Tabla 7

Modificaciones al proceso de elaboración

Parámetro Observado	Adobe Tradicional (G-0)	Adobe con Retama (Propuesto)	Impacto Técnico
Presencia de Inclusiones	Piedras, raíces y terrones visibles.	Matriz limpia y uniforme.	Reducción de puntos de falla interna.
Estado de las Aristas	Desmoronamiento fácil al tacto.	Aristas compactas y definidas.	Mejor transferencia de cargas.
Fisuración	Moderada	Nula o imperceptible.	Mayor durabilidad y

Superficial	(presencia de grietas).	de	cohesión.
Distribución de Fibra	Heterogénea (zonas vacías).	Homogénea (distribución radial).	Refuerzo estructural constante.

4.4. ANÁLISIS DE DATOS

4.4.1. DOSIFICACIÓN DE LA RETAMA Y PAJA PARA CADA GRUPO DE ADOBE

Tabla 8

Dosificación de fibras para el adobe por unidad

Muestra	Denominación	Peso del suelo seco(gr)	Peso de la fibra (gr)
Adobe sin mejorar (tradicional)	G-0	6080	60.8
Adobe con 1 % de fibra de retama	G-1	6080	60.8
Adobe con 4 % de fibra de retama	G-2	6080	243.2
Adobe con 7 % de fibra de retama	G-3	6080	425.6

Las dimensiones de los adobes son las mismas para las pruebas de compresión y flexión que se realizarán, siendo un adobe rectangular.

4.4.2. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DE LAS MUESTRAS DE ADOBE

4.4.2.1. ANÁLISIS DE COMPRESIÓN DEL ADOBE

Tabla 9

Ensayo de compresión del adobe sin mejorar

Muestra	Descripción	Edad del adobe	Resistencia (kg/cm²)
M-1	PATRON	28 días	11.86
M-2	PATRON	28 días	11.12
M-3	PATRON	28 días	11.42

M-4	PATRON	28 días	11.35
M-5	PATRON	28 días	11.98
M-6	PATRON	28 días	11.91
Promedio			11.61

En el ensayo de compresión del adobe tradicional (patron) o sin mejorar que se observa en la tabla 9 nos muestra que la resistencia mínima es de 11.12 kg/cm² y como máxima de 11.86 kg/cm², dando un promedio total de 11.61 Kg/cm².

Tabla 10

Ensayo de compresión del adobe con 1% de fibra de retama

Muestra	Descripción fibra de retama	Edad del adobe	Resistencia (kg/cm²)
M-1	1%	28 días	16.14
M-2	1%	28 días	15.83
M-3	1%	28 días	15.96
M-4	1%	28 días	15.81
M-5	1%	28 días	15.88
M-6	1%	28 días	15.99
Promedio			15.93

En el ensayo de compresión del adobe con 1% de fibra de retama que se observa en la tabla 10 nos muestra que la resistencia mínima es de 15.81 kg/cm² y como máxima de 16.14 kg/cm², dando un promedio total de 15.93 Kg/cm².

Tabla 11

Ensayo de compresión del adobe con 4% de fibra de retama

Muestra	Descripción fibra de retama	Edad del adobe	Resistencia (kg/cm²)
M-1	4%	28 días	16.92
M-2	4%	28 días	16.98
M-3	4%	28 días	17.14
M-4	4%	28 días	17.11
M-5	4%	28 días	16.99

M-6	4%	28 días	17.12
		Promedio	17.05

En el ensayo de compresión del adobe con 4% de fibra de retama que se observa en la tabla 11 nos muestra que la resistencia mínima es de 16.92 kg/cm² y como máxima de 17.14 kg/cm², dando un promedio total de 17.05 Kg/cm².

Tabla 12

Ensayo de compresión del adobe con 7% de fibra de retama

Muestra	Descripción fibra de retama	Edad del adobe	Resistencia (kg/cm ²)
M-1	7%	28 días	16.61
M-2	7%	28 días	16.24
M-3	7%	28 días	16.61
M-4	7%	28 días	16.54
M-5	7%	28 días	16.39
M-6	7%	28 días	16.30
		Promedio	16.45

En el ensayo de compresión del adobe con 4% de fibra de retama que se observa en la tabla 12 nos muestra que la resistencia mínima es de 16.24 kg/cm² y como máxima de 16.61 kg/cm², dando un promedio total de 16.45 Kg/cm².

Tabla 13

Comparación de los Ensayos de compresión del adobe

Muestra	Fibra de retama	Denominación	Resistencia promedio (kg/cm ²)
Adobe sin mejorar (tradicional)	0%	G-0	11.61
Adobe con 1 % de fibra de retama	1%	G-1	15.93
Adobe con 4 % de fibra de retama	4%	G-2	17.05

Como se puede observar en la tabla 13, los ensayos realizados en los diferentes grupos de adobes; la muestra G- 2 que es el adobe con 4% de retama muestra mayor resistencia a la compresión con un promedio de 17 kg/cm² supera el valor mínimo de 12 kg/cm² exigido por la Norma Técnica E.080, y la muestra G- 0 que es el adobe tradicional muestra una resistencia promedio de 11.61 kg/cm² incumple lo exigido por la Norma.

4.4.2.2. ANÁLISIS DE FLEXIÓN DEL ADOBE

Tabla 14

Ensayo de flexión del adobe sin mejorar

Muestra	Descripción	Edad del adobe	MOR (kg/cm ²)
M-1	PATRON	28 días	1.82
M-2	PATRON	28 días	1.37
M-3	PATRON	28 días	1.55
M-4	PATRON	28 días	1.51
M-5	PATRON	28 días	1.89
M-6	PATRON	28 días	1.84
Promedio			1.66

En el ensayo de Flexión del adobe tradicional (patron) o sin mejorar que se observa en la tabla 14 nos muestra que la resistencia mínima a la flexión es de 1.37 kg/cm² y como máxima de 1.89 kg/cm², dando un promedio total de 1.66 Kg/cm².

Tabla 15

Ensayo de flexión del adobe con 1% de fibra de retama

Muestra	Descripción fibra de retama	Edad del adobe	MOR (kg/cm ²)
M-1	1%	28 días	3.51

M-2	1%	28 días	3.03
M-3	1%	28 días	3.23
M-4	1%	28 días	3.00
M-5	1%	28 días	3.11
M-6	1%	28 días	3.28
Promedio			3.19

En el ensayo de flexión del adobe con 1% de fibra de retama que se observa en la tabla 15 nos muestra que la resistencia mínima a la flexión es de 3.00 kg/cm² y como máxima de 3.28 kg/cm², dando un promedio total de 3.19 Kg/cm².

Tabla 16

Ensayo de flexión del adobe con 4% de fibra de retama

Muestra	Descripción fibra de retama	Edad del adobe	MOR (kg/cm²)
M-1	4%	28 días	3.89
M-2	4%	28 días	4.03
M-3	4%	28 días	4.39
M-4	4%	28 días	4.31
M-5	4%	28 días	4.05
M-6	4%	28 días	4.34
Promedio			4.17

En el ensayo de flexión del adobe con 4% de fibra de retama que se observa en la tabla 16 nos muestra que la resistencia mínima a la flexión es de 3.89 kg/cm² y como máxima de 4.39 g/cm², dando un promedio total de 4.17 Kg/cm².

Tabla 17

Ensayo de flexión del adobe con 7% de fibra de retama

Muestra	Descripción fibra de retama	Edad del adobe	MOR(kg/cm²)
M-1	7%	28 días	4.25
M-2	7%	28 días	4.01
M-3	7%	28 días	4.25

M-4	7%	28 días	4.22
M-5	7%	28 días	4.11
M-6	7%	28 días	4.06
Promedio			4.15

En el ensayo de flexión del adobe con 4% de fibra de retama que se observa en la tabla 17 nos muestra que la resistencia mínima a la flexión es de 4.01 kg/cm² y como máxima de 4.25 kg/cm², dando un promedio total de 4.15 Kg/cm².

Tabla 18

Comparación de los Ensayos de flexión del adobe

Muestra	Fibra de retama	Denominación	MOR (kg/cm²)
Adobe sin mejorar (tradicional)	0%	G-0	1.66
Adobe con 1 % de fibra de retama	1%	G-1	3.19
Adobe con 4 % de fibra de retama	4%	G-2	4.17
Adobe con 7 % de fibra de retama	7%	G-3	4.15

Como se puede observar en la tabla 18, los ensayos realizados en los diferentes grupos de adobes; la muestra G- 2 que es el adobe con 4% de retama muestra mayor resistencia a la flexión con un promedio de 4.17 kg/cm², y la muestra G-0 que es el adobe tradicional muestra una resistencia promedio de 1.66 kg/cm².

4.4.2.3. ANÁLISIS DE LA TRABAJABILIDAD

Como se puede observar en el anexo 12 donde se encuentran las fibras de observación que se realizó cuando se trabajó el adobe hasta el momento del desmoldear. Se comprobó que la trabajabilidad es óptima con la fibra utilizada en su estado más fresco (verde), ya que mantiene la flexibilidad y se integra mejor a

la mezcla de tierra. La fibra, al generar una red interna tridimensional, no incrementó la fluidez de la mezcla, pero sí le otorgó un mayor cuerpo y cohesión estructural a la masa húmeda.

Este incremento de cohesión facilitó el manejo y el moldeado, permitiendo desmoldar las unidades con menor esfuerzo y sin colapsos laterales (segregación), validando el objetivo de no comprometer la integridad estructural en estado fresco. Finalmente, la mejora en la cohesión resultó en una reducción visible de la fisuración durante el secado, un beneficio directo de la optimización de la trabajabilidad.

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente las propiedades físico- mecánicas del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa - Huánuco, 2025.

HO: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural no mejora significativamente las propiedades físico- mecánicas del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa - Huánuco, 2025.

Tabla 19

Tabla de resumen de las medias de compresión y flexión

Muestra	Fibra de retama	Denominación	Compresión	Flexión
			Resistencia promedio (kg/cm ²)	MOR (kg/cm ²)
Adobe sin mejorar (tradicional)	0%	G-0	11.61	1.66
Adobe con 1 % de fibra de retama	1%	G-1	15.93	3.19
Adobe con 4 % de fibra de retama	4%	G-2	17.05	4.17

Adobe con 7 % de fibra de retama	7%	G-3	16.45	4.15
----------------------------------	----	-----	-------	------

Figura 9

Gráfico de barras de los promedios de la resistencia a la compresión(kg/cm²)

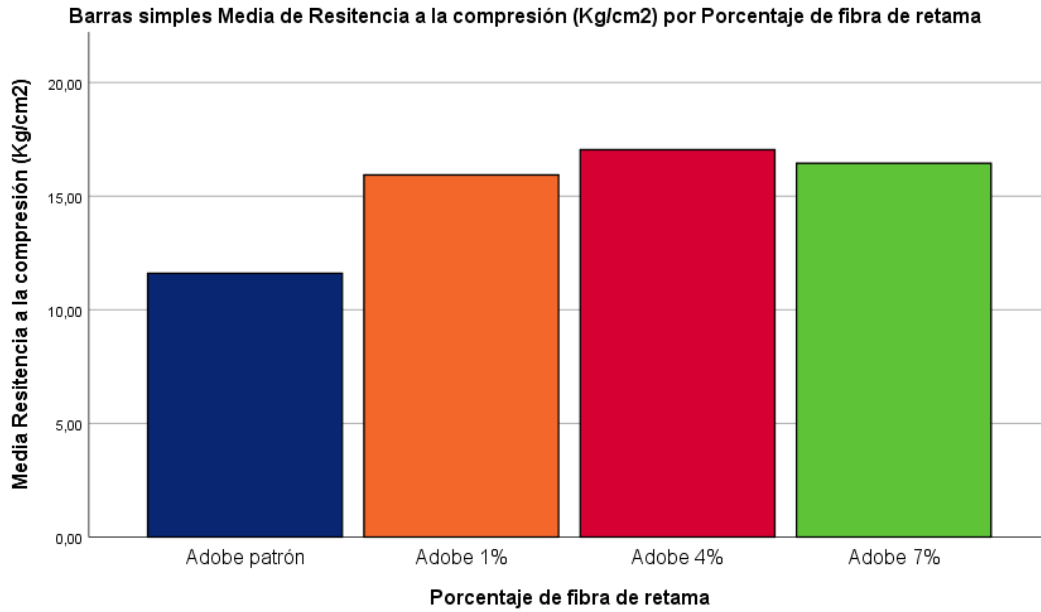


Figura 10

Gráfico de barras de los promedios de la resistencia a la compresión(kg/cm²)

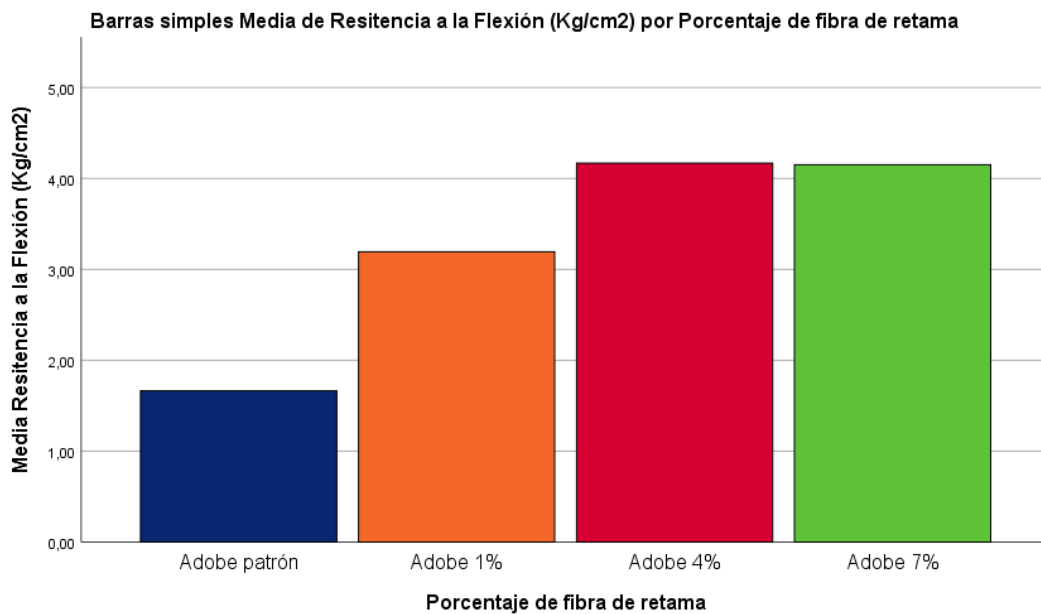


Tabla 20

Tabla de prueba de normalidad

		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
Porcentaje de fibra de retama		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	Adobe patrón	0.262	6	,200*	0.886	6	0.298
	Adobe con 1 % de fibra de retama	0.173	6	,200*	0.926	6	0.550
	Adobe con 4 % de fibra de retama	0.267	6	,200*	0.877	6	0.257
	Adobe con 7 % de fibra de retama	0.216	6	,200*	0.883	6	0.284
Resistencia a la Flexión (Kg/cm2)	Adobe patrón	0.268	6	,200*	0.885	6	0.295
	Adobe con 1 % de fibra de retama	0.170	6	,200*	0.927	6	0.559
	Adobe con 4 % de fibra de retama	0.256	6	,200*	0.889	6	0.315
	Adobe con 7 % de fibra de retama	0.249	6	,200*	0.872	6	0.233

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

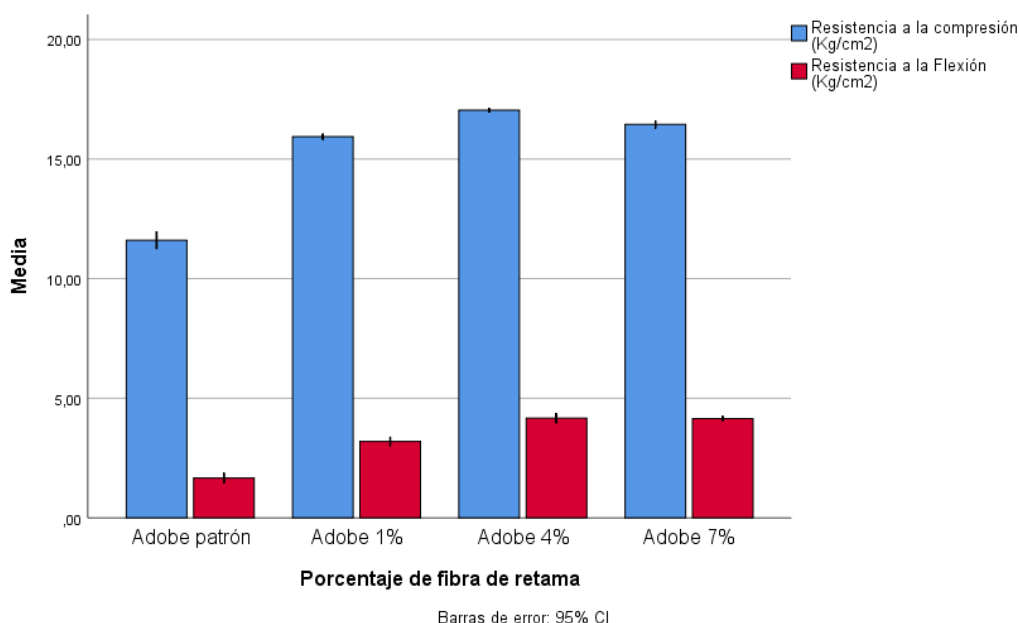
a. Corrección de significación de Lilliefors

Para la prueba de normalidad se adoptó la prueba de Shapiro-Wilk para esta investigación, porque la muestra analizada para cada resistencia es pequeña; es 24.

Se señala que dado los valores de Sig. para la compresión son mayores a 0.05 tales como 0.298 para el Adobe patrón, 0.550 para el adobe con 1 % de fibra de retama, 0.257 para el adobe con 4 % de fibra de retama y 0.284 para el adobe con 7 % de fibra de retama se confirma la distribución normal. También en la resistencia a la flexión se señala que dado los valores de Sig. son mayores a 0.05 tales como 0.295 para el Adobe patrón, 0.559 para el adobe con 1 % de fibra de retama, 0.315 para el adobe con 4 % de fibra de retama y 0.233 para el adobe con 7 % de fibra de retama se confirma la distribución normal y se justificando el uso del estadístico ANOVA.

Figura 11

Gráfico de barras de los promedios de compresión y flexión (kg/cm²)



Se acepta la Hipótesis General (HG) y se rechaza la nula (HO). El análisis demuestra una mejora integral: la resistencia mecánica (compresión y flexión) aumentó significativamente y las propiedades físicas (trabajabilidad) mejoraron mediante la cohesión de la fibra, logrando un adobe estructuralmente superior al patrón.

4.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

HE 1: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

HO: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural no mejora significativamente la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

Tabla 21

Tabla ANOVA de la resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	110.369	3	36.790	836.416	0.000

Dentro de grupos	0.880	20	0.044
Total	111.249	23	

La tabla ANOVA confirmo que el valor F de 836.416 y un p-valor de 0.000 confirman que la fibra de retama influye en la resistencia. La mejora máxima fue del 46.8% en la resistencia media respecto al patrón (de 11.61 a 17.05 kg/cm²), superando el mínimo de la Norma E.080.

Figura 12

Gráfico de Diagrama de Cajas y Bigotes de compresión (kg/cm²)

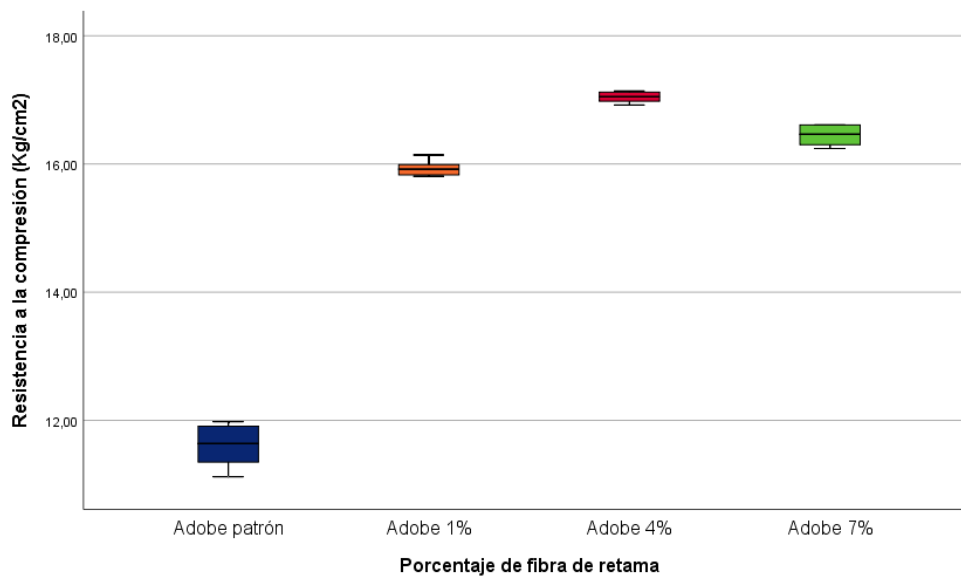


Tabla 22

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)						
HSD Tukey						
					Intervalo de confianza al 95%	
(I) Porcentaje de fibra de retama		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Adobe patrón	Adobe 1%	-4,32833*	0.12109	0.000	-4.6672	-3.9894
	Adobe 4%	-5,43667*	0.12109	0.000	-5.7756	-5.0978
	Adobe 7%	-4,84167*	0.12109	0.000	-5.1806	-4.5028
Adobe 1%	Adobe patrón	4,32833*	0.12109	0.000	3.9894	4.6672
	Adobe 4%	-1,10833*	0.12109	0.000	-1.4472	-0.7694
	Adobe 7%	-,51333*	0.12109	0.002	-0.8522	-0.1744
Adobe 4%	Adobe patrón	5,43667*	0.12109	0.000	5.0978	5.7756

	Adobe 1%	1,10833*	0.12109	0.000	0.7694	1.4472
	Adobe 7%	,59500*	0.12109	0.000	0.2561	0.9339
Adobe 7%	Adobe patrón	4,84167*	0.12109	0.000	4.5028	5.1806
	Adobe 1%	,51333*	0.12109	0.002	0.1744	0.8522
	Adobe 4%	-,59500*	0.12109	0.000	-0.9339	-0.2561

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En la tabla de comparaciones múltiples se visualiza el nivel de significancia (p-valor) es de 0.000 para todas las combinaciones (Patrón vs 1%, 4% y 7%). Dado que este valor es inferior a 0.05, se demuestra que existe una diferencia estadística altamente significativa entre todos los grupos evaluados. Esto confirma que cualquier variación en la dosificación de la fibra de retama altera de forma real la resistencia a la compresión del adobe.

Tabla 23

Subconjuntos Homogéneos: Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

HSD Tukey^a

Porcentaje de fibra de retama	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Adobe patrón	6	11,6067			
Adobe 1%	6		15,9350		
Adobe 7%	6			16,4483	
Adobe 4%	6				17,0477
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

Se acepta la Hipótesis Específica 1. La prueba de Tukey organizó los datos en cuatro subconjuntos diferenciados. El adobe con 4% de fibra de retama se ubica en el Subconjunto 4 con la media más alta (17.05 kg/cm²), mientras que el adobe patrón se ubica en el Subconjunto 1 con

la menor media (11.61 kg/cm²). Al no compartir subconjunto con ninguna otra dosificación, se concluye después de todas las pruebas el 4% es la dosificación óptima para mejorar la resistencia a la compresión.

4.5.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2

HE 2: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural en la mezcla del adobe incrementa su resistencia a la flexión, reduciendo el riesgo de fisuras y fracturas en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

HO: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural en la mezcla del adobe no incrementa su resistencia a la flexión, reduciendo el riesgo de fisuras y fracturas en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

Tabla 24

Tabla ANOVA de la resistencia a la flexión

Resistencia a la Flexión (Kg/cm²)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	24,998	3	8,333	247,576	,000
Dentro de grupos	,673	20	,034		
Total	25,672	23			

La tabla ANOVA confirmo que el valor F de 247,576 y un p-valor de 0.000 confirman que la fibra de retama influye en la resistencia. La mejora máxima fue del 151 % en la resistencia media respecto al patrón (de 1.66 a 4.17 kg/cm²).

Tabla 25

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la Flexión (Kg/cm²)					
HSD Tukey					
(I) Porcentaje de fibra de retama	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite	Límite

					inferior	superior
Adobe patrón	Adobe 1%	-1,53000*	,10592	,000	-1,8265	-1,2335
	Adobe 4%	-2,50500*	,10592	,000	-2,8015	-2,2085
	Adobe 7%	-2,48667*	,10592	,000	-2,7831	-2,1902
Adobe 1%	Adobe patrón	1,53000*	,10592	,000	1,2335	1,8265
	Adobe 4%	-,97500*	,10592	,000	-1,2715	-,6785
	Adobe 7%	-,95667*	,10592	,000	-1,2531	-,6602
Adobe 4%	Adobe patrón	2,50500*	,10592	,000	2,2085	2,8015
	Adobe 1%	,97500*	,10592	,000	,6785	1,2715
	Adobe 7%	,01833	,10592	,998	-,2781	,3148
Adobe 7%	Adobe patrón	2,48667*	,10592	,000	2,1902	2,7831
	Adobe 1%	,95667*	,10592	,000	,6602	1,2531
	Adobe 4%	-,01833	,10592	,998	-,3148	,2781

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los análisis de las comparaciones múltiples arrojan un p-valor de 0.000 al contrastar el adobe patrón frente a las dosificaciones con fibra. Esto certifica que la incorporación de la fibra de retama no solo cambia el promedio, sino que transforma el comportamiento mecánico del material frente a esfuerzos de flexión de manera significativa, reduciendo la probabilidad de falla frágil.

Figura 13

Gráfico de Gráfico de Líneas de Medias de Flexión (kg/cm²)

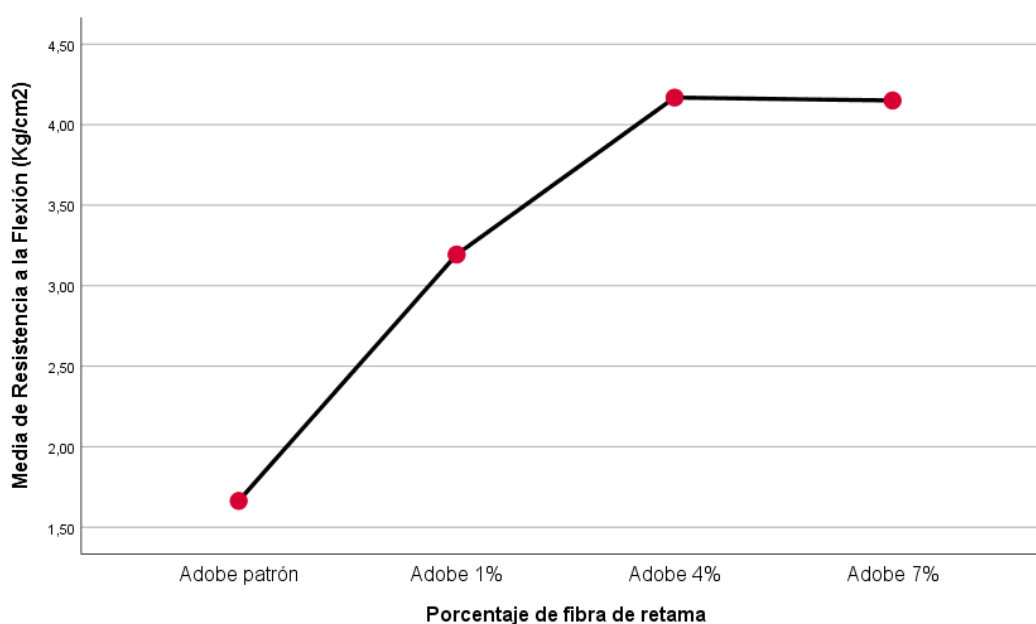


Tabla 26*Subconjuntos Homogéneos: Resistencia a la Flexión (Kg/cm2)*

Resistencia a la Flexión (Kg/cm2)				
HSD Tukey^a				
Porcentaje de fibra de retama	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Adobe patrón	6	1,6633		
Adobe 1%	6		3,1933	
Adobe 7%	6			4,1500
Adobe 4%	6			4,1683
Sig.		1,000	1,000	,998

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

Se acepta la Hipótesis Específica 2. La prueba de Tukey para la resistencia a la flexión identificó tres subconjuntos homogéneos. El Subconjunto 3 agrupa a las dosificaciones de 4% y 7% de fibra, con un nivel de significancia interna de 0.998, lo que indica que ambos tratamientos ofrecen un desempeño mecánico equivalente y superior. Sin embargo, al cruzar estos resultados con la prueba de Compresión (donde el 4% fue el único líder), se ratifica que el 4% es la dosificación óptima integral, ya que mantiene el máximo desempeño en ambas propiedades mecánicas sin la pérdida de resistencia que empieza a mostrar el 7% en otros ensayos.

4.5.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3

HE 3: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe, facilitando su manejo y moldeado sin comprometer su cohesión estructural en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

HO: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe, facilitando su manejo y moldeado sin

comprometer su cohesión estructural en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

Tabla 27

Matriz de Evaluación de Trabajabilidad y Comportamiento del Adobe

Aspecto Evaluado	Patrón	Retama (1%)	Retama (4%)	Retama (7%)
Plasticidad de la mezcla	3	4	5	5
Adherencia al equipo	4	5	5	3
Facilidad del mezclado	3	4	4	2
Homogeneidad de la mezcla	5	4	4	1
Consistencia de la mezcla	4	4	4	2
Llenado del molde	3	4	5	4
Facilidad del desmolde	5	5	4	3
Mantenimiento de forma	3	4	5	5

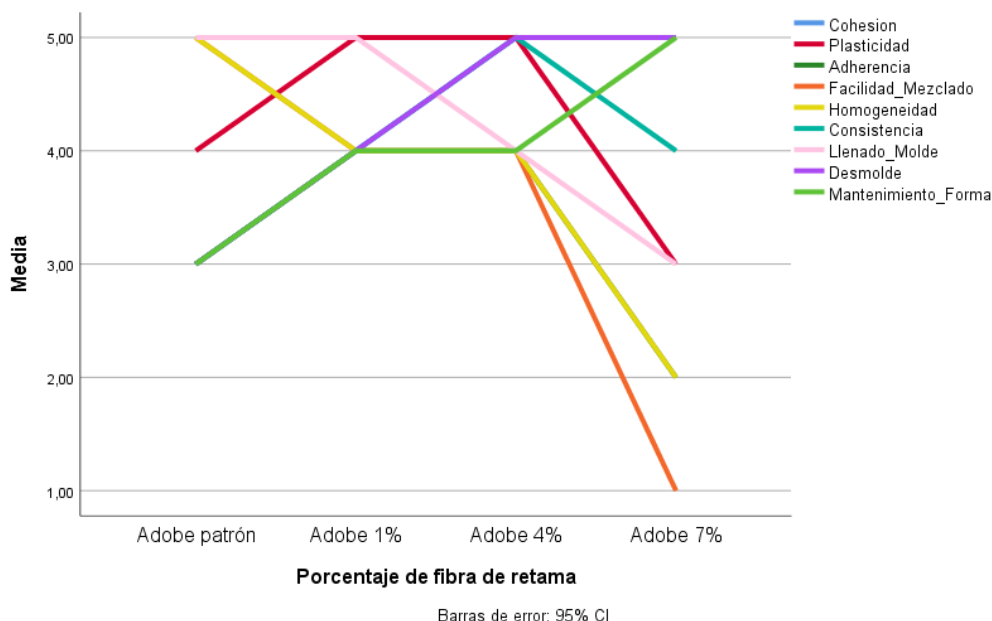
Escala: 1: Muy Difícil, 2: Difícil, 3: Moderadamente Fácil, 4: Fácil, 5: Muy Fácil.

La evaluación matricial revela que el adobe patrón posee deficiencias en el mantenimiento de forma y ausencia de grietas, debido a la rusticidad del suelo no tamizado.

El cuadro muestra una transición clara en el comportamiento del material. Se observa que en los criterios de Mezclado y Homogeneidad, el puntaje decrece de 5 (Patrón) a 1 (7% Retama), evidenciando que el exceso de fibra obstruye la integración de los componentes. Por el contrario, en Mantenimiento de Forma y Desmolde, los puntajes suben de 3 a 5, demostrando que la retama actúa como un estabilizador dimensional. El 4% se identifica como el valor óptimo al mantener puntajes de 4 y 5 en todas las categorías, sin presentar valores críticos

Figura 14

Gráfico de líneas de trabajabilidad (kg/cm²)



El gráfico de líneas múltiples presenta el perfil de trabajabilidad para las cuatro dosificaciones. Se identifican dos tendencias opuestas: las líneas correspondientes a Facilidad de Mezclado y Homogeneidad presentan una pendiente negativa pronunciada, cayendo a niveles de dificultad crítica al alcanzar el 7% de fibra. En contraste, las líneas de Mantenimiento de Forma y Facilidad de Desmolde muestran una pendiente positiva, alcanzando su máximo desempeño con la adición de fibra.

El punto de convergencia óptima se localiza en la dosificación del 4%, donde todas las variables evaluadas se sitúan en la franja de Fácil a Muy Fácil (valores 4 y 5). Este equilibrio gráfico demuestra que el 4% es la cantidad máxima de fibra que permite mejorar las propiedades físicas del adobe sin degradar su viabilidad constructiva

Dado que los resultados del análisis descriptivo y el perfil de líneas muestran que la dosificación del 4% de fibra de retama optimiza integralmente los parámetros de trabajabilidad y moldeo en comparación con el adobe patrón y las demás dosificaciones, se procede a ACEPTAR LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3.

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

De los ensayos realizados en los adobes y estos analizados en la contrastación de las hipótesis se llegó a la siguiente conclusión:

De la Hipótesis general: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente las propiedades físico- mecánicas del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa - Huánuco, 2025. De los análisis obtenidos del laboratorio y analizados en la investigación se puede observar un aumento al incorporar la fibra de retama en los adobes elaborados en el centro poblado de Sariapampa, esta comparación se realiza con los adobes tradicionales hechos en Sariapampa.

García (2022) en su conclusión indica al respecto que sí se observa variación en función de la norma E-080 y las unidades de adobes elaborados a partir de fibras de Shapaja. Concuerda conceptualmente con nuestros resultados; mientras la Shapaja optimiza el adobe en el contexto de Tingo María, la Retama demuestra ser un reemplazo viable y optimizadora para las propiedades físico-mecánicas en los adobes elaborados en Sariapampa.

De la Hipótesis específica 1: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa.

En los análisis obtenidos se aprecia un aumento significativo respecto a compresión que fueron sometidos las muestras en comparación con los adobes tradicionales de la zona. También influyo el tamizado de la tierra antes de realizar la mezcla con la fibra porque en los tradicionales de la zona muchas veces los adobes se rompen al tener una gran cantidad de piedras pequeñas; además el momento de escoger la tierra es importante al ser un lugar de cultivos y porque tienen ganados. Un hallazgo crítico es que el adobe tradicional (G-0) obtuvo una resistencia promedio de 11.61kg/cm² valor que

incumple el mínimo de 12 kg/cm² exigido por la Norma E.080. Esta deficiencia técnica en Sariapampa se debe a la presencia de piedras y materia orgánica en el suelo sin tratar.

Al aplicar el tamizado y clasificar el suelo mediante la ASTM D2488 como una Arcilla Magra (CL) de resistencia seca alta, se logró una matriz homogénea. Esto permitió que el grupo con 4% de retama (G-2) alcanzara los 17.05 kg/cm², superando la norma en un 42%.

Solorsano (2023), en su conclusión indica que la clase de suelo influye en la propiedad de resistir cargas del adobe y que la fibra textil en un 3 % mejora el adobe en la resistencia a la compresión con las diferentes clases de suelos. La eliminación de impurezas mediante el tamizado fue el factor que permitió a la fibra de retama trabajar a su máxima capacidad sin encontrar puntos de fractura por piedras internas. Comparando este resultado con el trabajo de investigación se asevera que también se logró mejorar la calidad de la compresión del adobe tradicional del Centro poblado de Sariapampa.

De la Hipótesis específica 2: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural en la mezcla del adobe incrementa su resistencia a la flexión, reduciendo el riesgo de fisuras y fracturas en el Centro Poblado de Sariapampa.

En los análisis obtenidos se aprecia un aumento significativo respecto a la flexión que fueron sometidos las muestras en comparación con los adobes tradicionales de la zona. También se pueden observar en los resultados de la prueba de resistencia a la flexión (MOR); que los adobes elaborados con la fibra de retama son más resistentes a las fisuras y fracturas con el resultado mayor de 4.17 kg/cm² que es de la inserción de la retama al 4 % (G-2) seguido por el resultado de 4.15 kg/cm² perteneciente a la inserción de la retama al 7 % (G-3), comparando estos resultados con el adobe sin mejorar que es de 1.66 kg/cm² (G-0) se observa un incremento drástico. Este aumento del 151% se explica por el efecto de "cosido" que generan las fibras de 5 a 6 cm dentro del bloque.

Olivas (2022) en su investigación concluye que el adobe con un 4% a base de caucho obtuvo un mejor rendimiento en las pruebas de flexión. Comparando estos resultados con este trabajo de investigación se demuestra

que la retama, al ser una fibra vegetal fresca, desarrolla una fricción mecánica superior con el barro. Se observa que al llegar al 7% de fibra (G-3), la resistencia tiende a estabilizarse o decaer levemente (4.15kg/cm²). Esto ocurre porque el exceso de fibra interrumpe la continuidad de la matriz de arcilla, demostrando que el 4% es el límite de eficiencia técnica.

De la Hipótesis específica 3: La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe, facilitando su manejo y moldeado sin comprometer su cohesión estructural en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.

En los análisis hechos en campo al momento que se trabajó la mezcla y la inserción de las fibras se discute que la mejora en la trabajabilidad se debió a la secuencia de mezclado modificada:

Mezclado Diferenciado: A diferencia del método tradicional donde se mezcla todo en seco, en este estudio se formó primero el barro (suelo + agua) y posteriormente se integró la fibra. Esto evitó la rotura de las fibras y garantizó su distribución tridimensional.

Estado de la Fibra: El uso de retama fresca (verde) permitió una mejor integración (porque cuando se deja unos días sin usar al estar cortada esta se va solidificando aun cuando se ve de color verde), ya que la fibra mantiene su flexibilidad y no absorbe el agua necesaria para la plasticidad de la arcilla, algo que sí ocurre con la paja seca tradicional.

Dormido de la mezcla: Se respetó el proceso de "dormido" pero se realizó con la fibra ya incorporada, permitiendo que la humedad uniformizara la adherencia entre la celulosa y la arcilla.

Esta cohesión estructural facilitó un desmolde limpio y redujo significativamente las fisuras por contracción de secado, problema recurrente en los adobes de la zona de Sariapampa.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados alcanzados se afirma lo siguiente:

Del objetivo general: Mejorar las propiedades físico-mecánica del adobe con la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural en el Centro Poblado de Sariapampa

Se evaluó la resistencia a la compresión y flexión del adobe sin mejorar(G-0) y los adobes con fibra de retama comparando estos dos resultados, se concluye que se mejoró las propiedades físico mecánicas al introducir la retama como aditivo natural. Mostrando que el mejor resultado tanto como en la resistencia a la flexión y a la compresión es la inserción de la retama al 4% como aditivo natural en el adobe. La dosificación del 4% (G-2) se identifica como el punto de diseño óptimo, logrando un equilibrio superior entre resistencia y trabajabilidad.

Del objetivo específico: Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa.

De este objetivo específico se evaluó la resistencia a la compresión del adobe sin mejorar(G-0) y los adobes mejorados, se concluye que mejoro en gran medida. El adobe tradicional (G-0) obtuvo 11.61 kg/cm², valor que se encuentra por debajo del mínimo de 12 kg/cm² exigido por la Norma E.080, evidenciando la vulnerabilidad de las construcciones actuales en la zona. Con la dosificación al 4% (G-2), la resistencia ascendió a 17.05 kg/cm², lo que representa un incremento del 46.8% (5.44 kg/cm² adicionales) respecto al patrón. Este éxito se atribuye no solo a la fibra, sino al tamizado del suelo (ASTM D2488) que eliminó piedras y puntos de falla estructural.

Del objetivo específico: Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la flexión del adobe en el centro poblado de Sariapampa.

De este objetivo específico se evaluó la resistencia a la flexión del adobe sin mejorar(G-0) y los adobes mejorados, se concluye que mejoro en gran medida; El adobe mejorado al 4% (G-2) alcanzó una resistencia a la flexión

de 4.17 kg/cm², en comparación con los 1.66 kg/cm² del adobe tradicional (G-0). Este aumento del 151% demuestra la eficacia de la retama para actuar como un "cosido" interno, proporcionando ductilidad a la unidad y permitiéndole soportar mayores esfuerzos de tracción por flexión, reduciendo así la probabilidad de colapsos frágiles ante eventos sísmicos.

Del objetivo específico: Determinar en qué medida la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe en el centro poblado de Sariapampa.

De este objetivo específico se evaluó la trabajabilidad en todo momento que la fibra de retama estuvo involucrada para la elaboración de los adobes. La incorporación de fibras de retama mejora la trabajabilidad siempre que se aplique el procedimiento de mezclado diferenciado (integración de la fibra en el barro ya humedecido). Se concluye que el uso de la fibra en estado fresco (verde) y el tamizado previo facilitan un moldeo más preciso y un desmolde sin colapsos laterales. Asimismo, la red tridimensional de fibras mitigó eficazmente la retracción de secado, resultando en unidades con nula presencia de fisuras superficiales, lo que garantiza una mayor durabilidad del adobe frente a los agentes climáticos de Sariapampa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las autoridades y constructores del Centro Poblado de Sariapampa que adopten la dosificación óptima de fibras de retama (un 4% de inserción de fibra de retama) determinada en este estudio, ya que se ha comprobado su capacidad para mejorar la resistencia, flexión y trabajabilidad del adobe.
- Se recomienda a la Municipalidad o autoridades locales ejecutar talleres de capacitación técnica. Estos no solo deben enfocarse en la dosificación, sino en la importancia de la clasificación visual-manual del suelo (ASTM D2488), enseñando a los maestros de obra a identificar suelos con buena plasticidad para asegurar que el refuerzo de retama trabaje correctamente.
- Se recomienda realizar estudios a largo plazo sobre la durabilidad del adobe con retama, incluyendo su resistencia a la erosión hídrica. Se debe evaluar si la incorporación de la fibra afecta negativamente la resistencia a la humedad.
- Se recomienda desarrollar un análisis económico que compare el costo-beneficio de la incorporación de la retama (como aditivo local y renovable) frente a otros estabilizadores comerciales. Esto fortalecerá el argumento de la sostenibilidad y viabilidad económica del material en la región de Sariapampa.
- Se recomienda a los ingenieros y arquitectos el uso del adobe con retama en proyectos de vivienda social y patrimonial en la zona. Las mejoras significativas en la resistencia a la compresión (que determina la capacidad de carga vertical) y a la flexión (que mitiga los efectos sísmicos y de asentamiento) garantizan una mayor seguridad estructural en comparación con el adobe patrón.
- Se recomienda la realización de simulaciones o pruebas en mesa vibratoria para evaluar el comportamiento sísmico del adobe reforzado con retama. Si bien la resistencia a la flexión mejoró en un 151%, es necesario validar cómo esta mayor ductilidad se traduce en el comportamiento global de una vivienda durante un evento sísmico real, cumpliendo con los lineamientos de diseño de muros reforzados de la Norma E.080.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIMPLAS. (s.f.). *Propiedades mecánicas*.
<https://www.aimplas.es/laboratorio/plasticos-aditivos-composites/propiedades-mecanicas/ensayo-flexion/>
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (2005). *Norma Técnica Peruana NTP 399.613: Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. INDECOPI.
- Díaz-Torres, M. G., Parada-Carrillo, H. P., & Alvarado-Arias, M. J. (2019). Usos del adobe en diferentes países de América Latina. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 10(2), 73-81. <https://doi.org/10.25213/2216-1872.22>
- Dirección Nacional de Construcción. (2010). *Edificaciones antisísmicas de adobe*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- García Gómez, I., Alavéz Ramírez, R., & Morales Domínguez, V. J. (2021). Resina de pino como aglutinante sostenible para el refuerzo del adobe. *Universidad & Ciencia*, 10, 179–190. <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/2031>
- García Guevara, A. G. (2022). *Comparación de la resistencia de compresión entre un adobe convencional y un adobe hecho con fibras de shapaja con agregados extraídos de Supte San Jorge – Tingo María – Huánuco – 2021* [Tesis de titulación, Universidad de Huánuco].
- Guevara Robalino, J. J. (2022). *Elaboración de bloques tradicionales incorporando material reciclado para la mejora del acondicionamiento térmico y acústico en viviendas rurales de Ecuador* [Tesis de doctorado, Universidad de Burgos]. <http://hdl.handle.net/10259/7816>

- Hernández Sampieri, R. (2006). *Metodología de la investigación* (4a ed.). McGraw-Hill.
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la investigación holística*. Sypal.
- Infinitia Industrial Consulting. (2024). *Clasificación de las propiedades de los materiales*. <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/clasificacion-propiedades-materiales/>
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2006). *Norma E.080: Adobe*. Reglamento Nacional de Edificaciones. web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_080.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Retama*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/RETAMA.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma Técnica E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada*. Diario Oficial El Peruano.
- Muñoz Castillo, A. O., & Arbildo Encina, L. M. (2023). *Propuesta de mejoramiento de las características físicas y mecánicas de la unidad de adobe con la adición de engrudo de almidón de yuca y agregados finos obtenidos de residuos de demolición de concreto en el distrito de Huambo, provincia Rodríguez de Mendoza, región Amazonas* [Tesis de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

- Olivas Timoteo, E. D. (2022). *Refuerzo con caucho para mejorar las propiedades físico - mecánicas del adobe en la hacienda Vichaycoto-2021* [Tesis de titulación, Universidad de Huánuco].
- Quispe Castro, W., & Reynoso Oscanoa, J. (2023). Adición de fibra de maguey y cal hidratada para mejorar las propiedades físico-mecánicas del adobe para viviendas rurales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 4498–4512.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9016
- Resistencia a la compresión. (2019). En *ScienceDirect*.
<https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/compressive-strength>
- Reynel, C. (2012). *Guía de identificación de las plantas comunes del derecho de vía del ducto de Perú LNG*. Comunica 2 SAC.
- Robles Rojo, A. (2022). *Elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y agregado de nopal para mejorar la resistencia a compresión y durabilidad* [Tesis de titulación, Instituto Tecnológico de Colima]. <http://51.143.95.221/handle/TecNM/6063>
- Solorzano Gomez, J. (2023). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe reforzado con fibra textil, elaborados con suelos procedentes de Colpa Baja, Llicua y Tomayquichua – 2022* [Tesis de titulación, Universidad de Huánuco].
- Torres García, D., & Astochado Perez, K. J. (2024). *Resistencia a la compresión del adobe artesanal con la incorporación de fibra de coco, Jaén – Cajamarca, 2022* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Jaén].

Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., & Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723–9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ordoñez Huamán, D. D. (2026). *Mejoramiento de las propiedades físico mecánica del adobe con incorporación de fibras de retama como aditivo natural en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco 2025* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0996-2025-D-FI-UDH

Huánuco, 23 de mayo de 2025

Visto, el Oficio N° 0313-2025-C-PAA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Arquitectura, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025", presentado por el (la) Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**.

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° 1319-2024-D-FI-UDH, de fecha 12 de junio de 2024, perteneciente al Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN** se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Esli Ruth Vasquez Huamancaja, docente adscrito al Programa Académico de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 0313-2025-C-PAA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025", presentado por el (la) Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Rosner Nadler Mato Vicente (Presidente), Mg. Dennis Leopoldo Millan Suarez (Secretario) y Mg. Julio Cesar Vasquez Castillo (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: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025", presentado por el (la) Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**, para optar el Título Profesional de Arquitecto(a), del Programa Académico de Arquitectura de la Universidad de Huánuco.

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0631-2026-D-FI-UDH

Huánuco, 22 de abril de 2026

Visto, el Oficio N° 0243-2026-C-PAA-FI-UDH, presentado por el Coordinador del Programa Académico de Arquitectura y el Expediente N° 594210-0000001435, del Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 594210-0000001435, presentado por el (la) Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 1319-2024-D-FI-UDH, de fecha 12 de junio de 2024, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**, a la Mg. Esli Ruth Vasquez Huamancaja, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 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. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 1319-2024-D-FI-UDH, de fecha 12 de junio de 2024.

Artículo Segundo. - **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Deyson Denilson ORDOÑEZ HUAMAN**, a la Mg. Zandra Liza Barrionuevo Santos, Docente del Programa Académico de Arquitectura, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - 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



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAA- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
MCH/EJML/dgc.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL ADOBE CON LA INSERCIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES /CATEGORÍA	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general		
¿En qué medida la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural mejora las propiedades físico-mecánica del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa – Huánuco 2025?	Mejorar las propiedades físico-mecánica del adobe con la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural en el Centro Poblado de Sariapampa – Huánuco, 2025.	La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa - Huánuco, 2025.	Variable Independiente: Fibra de retama Variable dependiente Propiedades físico mecánicas.	Tipo de investigación: Aplicada Nivel o alcance de la investigación: explicativa o causal
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Población y muestra	

<ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025. 	<ul style="list-style-type: none"> • La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora significativamente la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025. 	<p>Población</p> <p>Adobes elaborados en Sariapampa</p>	<p>Diseño de la investigación:</p> <p>Experimental</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la flexión del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la flexión del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025. 	<ul style="list-style-type: none"> • La incorporación de fibras de retama como aditivo natural en la mezcla del adobe incrementa su resistencia a la flexión, reduciendo el riesgo de fisuras y fracturas en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025. 	<p>Muestra:</p> <p>48 adobes</p>	<p>Técnicas de recolección de datos:</p> <p>Observación directa</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar en qué medida la incorporación de las fibras de retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025. 	<ul style="list-style-type: none"> • La incorporación de fibras de retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe, facilitando su manejo y moldeado sin comprometer su cohesión estructural en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025. 		<p>Ensayos de laboratorio</p>

ANEXO 4

TABLA DE OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Tabla de objetivos y estrategias metodológicas		
	Objetivos específicos	Estrategia
		Cuantitativa
Etapa 1	Objetivo 1: Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la compresión del adobe en el Centro Poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.	Ensayo a compresión. E.080 Diseño y construcción con Tierra Reforzada
Etapa 2	Objetivo 2: Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la resistencia a la flexión del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.	Ensayo a flexión. E.080 Diseño y construcción con Tierra Reforzada
Etapa 3	Objetivo 3: Determinar en qué medida la incorporación de las fibras retama como aditivo natural mejora la trabajabilidad del adobe en el centro poblado de Sariapampa, Huánuco, 2025.	Ficha técnica de observación.

ANEXO 5

FICHA DE INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN

FICHA DE INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN			
TÍTULO DE LA TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025		
OBJETIVO ESPECÍFICO			
LUGAR DE OBSERVACIÓN			
FECHA			
HORA DE INICIO			MUESTRA DE ADOBE (DENOMINACION)
OBSERVADOR(BACHILLER)	DEYSON DENILSON ORDOÑEZ HUAMAN		
MATERIALES Y PROPORCIONES: nota se añadirá el agua correctamente para que la mezcla resulte bien			
COMPONENTE	PROPORCIÓN (PESO)	OBSERVACIONES SOBRE EL MATERIAL (longitud de la fibra,etc)	
SUELO			
FIBRAS DE RETAMA			
PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO:			
ETAPA DEL MEZCLADO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO APROXIMADO	OBSERVACIONES ESPECÍFICAS SOBRE LA TRABAJABILIDAD
PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES			
INCORPORACIÓN DE AGUA			
INCORPORACIÓN DE FIBRAS			
MEZCLADO INICIAL			
MEZCLADO FINAL			
REPOSO DE LA MEZCLA (SI APLICA)			
OBSERVACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD:			
SE EVALÚARA LOS SIGUIENTES ASPECTOS DURANTE Y DESPUÉS DEL MEZCLADO, UTILIZANDO LA SIGUIENTE ESCALA:			
<input type="checkbox"/> MUY DIFÍCIL (MD) <input type="checkbox"/> DIFÍCIL (D) <input type="checkbox"/> MODERADAMENTE FÁCIL (ME) <input type="checkbox"/> FÁCIL (F) <input type="checkbox"/> MUY FÁCIL (MF)			
ASPECTO DE LA TRABAJABILIDAD	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN	
COHESIÓN DE LA MEZCLA			
PLASTICIDAD DE LA MEZCLA			
ADHERENCIA AL EQUIPO/HERRAMIENTAS			
FACILIDAD DE MEZCLADO			
HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA			
CONSISTENCIA DE LA MEZCLA			
MOLDEADO DEL ADOBE:			
ASPECTO DEL MOLDEADO	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN	
FACILIDAD DE LLENADO DEL MOLDE			
FACILIDAD DE DESMOLDE			
MANTENIMIENTO DE LA FORMA DEL ADOBE			
OBSERVACIONES ADICIONALES			
CONCLUSIONES PRELIMINARES SOBRE LA TRABAJABILIDAD			

FIRMA DEL OBSERVADOR

ANEXO 6

FICHA TÉCNICA DEL INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE FLEXIÓN DE LABORATORIO



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm ²)
					(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1										
M-2										
M-3										
M-4										
M-5										
M-6										
PROMEDIO										

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2}$$

En donde:

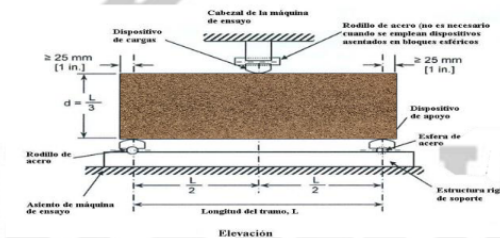
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L : distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)



ANEXO 7

FICHA TÉCNICA DEL INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE COMPRESIÓN DE LABORATORIO



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



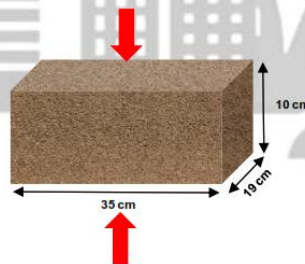
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f_c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm ²)	
M-1											
M-2											
M-3											
M-4											
M-5											
M-6											

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

Donde:

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



f_c PROMEDIO

MONTAÑA

ANEXO 8

TABLA DE LOS INSTRUMENTOS QUE SE EMPLEO

TABLA DE LOS INSTRUMENTOS QUE SE EMPLEO	
INSTRUMENTOS	USOS
Pico, pala y balde	Fueron usados para la extracción de la tierra y para ayudar en el mezclado.
Libreta de campo	Fueron usados para anotar el lugar de la extracción de la tierra, también la profundidad de la excavación realizado en campo
Balanza automática de hasta 180 kg	Fueron usados para pesar la tierra del adobe y sacar un peso promedio que se usara en la investigación.
Balanza automática de gramos	Se utilizo para pesar la fibra de retama de manera exacta para la incorporación en el adobe.
Molde de madera	Se uso para la fabricación del adobe con las medidas indicadas en la investigación.
Malla de acero grande(tamiz)	Se empleo para separar la tierra de las piedras grandes que se encontrarán durante la extracción de la tierra.
Prensa hidráulica	La prensa se utilizó para determinar la resistencia del adobe a la compresión.
Equipo de ensayo de flexión de 3 puntos	El equipo se usó para determinar la resistencia del adobe a la flexión.
Fichas técnicas	Para anotar en el momento de los análisis que se realiza en el laboratorio.

ANEXO 9

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO

Equipo	Prensa Hidráulica	Equipo de Ensayo de Flexión
Nombre	Prensa de concreto	Prensa de concreto
Serie	221165	221165
Modelo	STYE-2000.	STYE-2000.
Capacidad	2000 kN	2000 kN
Espacio de compresión	360mm	360mm
Energía	220 V, 50 Hz /60 Hz, 1,3 KW	220 V, 50 Hz /60 Hz, 1,3 KW
Descripción	La prensa hidráulica se utilizará para determinar la resistencia a la compresión de las muestras de adobe. Se aplicará una carga axial gradualmente hasta la rotura del adobe, registrando la carga máxima alcanzada.	El equipo de ensayo de flexión se utilizará para determinar la resistencia a la flexión o módulo de rotura de los adobes. Se aplicará una carga en el punto medio de la muestra, que se apoya en dos soportes, hasta su rotura.
Procedimiento de Uso	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la muestra de adobe centrada en la base de la prensa. - Se aplica una carga axial a una velocidad constante de (velocidad de carga) N/s - Se registra la carga máxima alcanzada antes de la rotura de la muestra. - Se repite el ensayo con un mínimo de muestras por cada dosificación de adobe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la muestra de adobe sobre los soportes del equipo, asegurando una luz de (distancia entre soportes) cm. - Se aplica una carga en el punto medio de la muestra a una velocidad constante de (velocidad de carga) N/s. - Se registra la carga máxima alcanzada antes de la rotura del adobe. - Se repite el ensayo con un mínimo de muestras por cada dosificación de adobe.

ANEXO 10

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL LABORATORIO

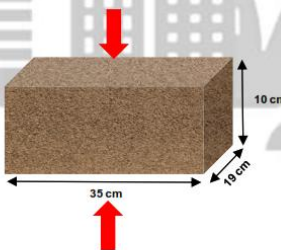
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f _c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	
M-1	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	77.35 kn	7,887.38 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	11.86 kg/cm ²
M-2	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	72.54 kn	7,396.50 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	11.12 kg/cm ²
M-3	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	74.47 kn	7,594.01 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	11.42 kg/cm ²
M-4	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	74.02 kn	7,547.62 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	11.35 kg/cm ²
M-5	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	78.15 kn	7,969.36 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	11.98 kg/cm ²
M-6	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	77.70 kn	7,923.17 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	11.91 kg/cm ²

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

Donde:

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



f_c PROMEDIO 11.61 kg/cm²

MONTAÑA



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



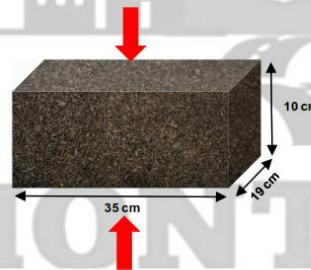
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FIBRAS DE RETAMA	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 (cm ²)	
M-1	1%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	105.28 kn	10,735.30 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.14 kg/cm ²
M-2	1%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	103.23 kn	10,526.16 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	15.83 kg/cm ²
M-3	1%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	104.07 kn	10,612.43 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	15.96 kg/cm ²
M-4	1%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	103.10 kn	10,512.90 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	15.81 kg/cm ²
M-5	1%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	103.55 kn	10,558.89 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	15.88 kg/cm ²
M-6	1%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	104.27 kn	10,632.11 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	15.99 kg/cm ²

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

Donde:

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



f_c PROMEDIO 15.93 kg/cm²



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



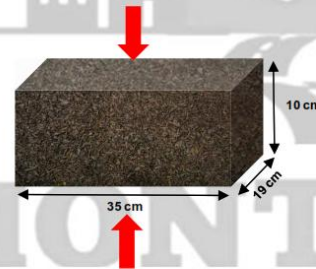
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FIBRAS DE RETAMA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f _o
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm ²)	
M-1	4%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	110.37 kn	11,254.53 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.92 kg/cm ²
M-2	4%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	110.76 kn	11,294.61 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.98 kg/cm ²
M-3	4%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	111.81 kn	11,401.06 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	17.14 kg/cm ²
M-4	4%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	111.61 kn	11,381.08 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	17.11 kg/cm ²
M-5	4%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	110.83 kn	11,301.23 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.99 kg/cm ²
M-6	4%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	111.68 kn	11,387.81 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	17.12 kg/cm ²

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

Donde:

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



f'c PROMEDIO 17.05 kg/cm²

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

✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com

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

Gerlyn G. Abad Garcia
Gerlyn G. Abad Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. C. N.º 130756

Página 3 | 10



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FIBRAS DE RETAMA	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 (cm ²)	
M-1	7%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	108.32 kn	11,045.70 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.61 kg/cm ²
M-2	7%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	105.93 kn	10,801.58 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.24 kg/cm ²
M-3	7%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	108.32 kn	11,045.70 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.61 kg/cm ²
M-4	7%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	108.00 kn	11,012.45 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.56 kg/cm ²
M-5	7%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	106.89 kn	10,899.68 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.39 kg/cm ²
M-6	7%	12/09/2025	10/10/2025	28 días	106.31 kn	10,840.02 kg	19.000	35.000	10.000	665.000	16.30 kg/cm ²

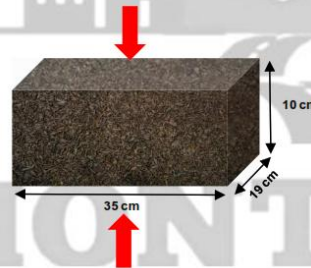
$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_c : Resistencia a la Compresión del adobe

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



f_c PROMEDIO 16.45 kg/cm²

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

laboratorio.montana.ing@gmail.com



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

Gerly G. Abal Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. C. I. P. 130756

Página 4 | 10



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm ²)
					(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	0.75 KN	76.89 kg	1.82 kg/cm ²
M-2	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	0.57 KN	57.82 kg	1.37 kg/cm ²
M-3	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	0.64 KN	65.46 kg	1.55 kg/cm ²
M-4	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	0.63 KN	63.73 kg	1.51 kg/cm ²
M-5	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	0.78 KN	79.84 kg	1.89 kg/cm ²
M-6	PATRON	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	0.76 KN	77.70 kg	1.84 kg/cm ²
PROMEDIO								0.69 KN	70.24 kg	1.66 kg/cm²

$$MOR = \frac{3 P L^2}{2 a e^2}$$

En donde:

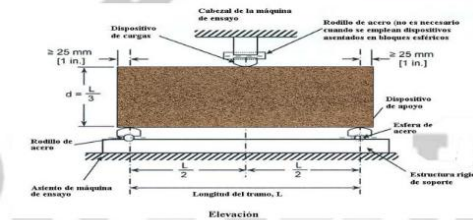
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L: distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)





MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FIBRAS DE RETAMA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm ²)
					(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	1%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.45 KN	148.16 kg	3.51 kg/cm ²
M-2	1%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.26 KN	127.97 kg	3.03 kg/cm ²
M-3	1%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.34 KN	136.33 kg	3.23 kg/cm ²
M-4	1%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.24 KN	126.65 kg	3.00 kg/cm ²
M-5	1%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.29 KN	131.34 kg	3.11 kg/cm ²
M-6	1%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.36 KN	138.48 kg	3.28 kg/cm ²

PROMEDIO	1.32 KN	134.82 kg	3.19 kg/cm²
-----------------	----------------	------------------	-------------------------------

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2}$$

En donde:

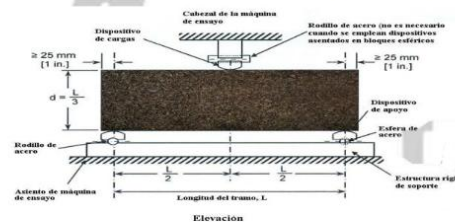
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L: distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)





MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FIBRAS DE RETAMA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm ²)
					(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	4%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.61 KN	164.27 kg	3.89 kg/cm ²
M-2	4%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.67 KN	170.19 kg	4.03 kg/cm ²
M-3	4%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.82 KN	185.38 kg	4.39 kg/cm ²
M-4	4%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.79 KN	182.02 kg	4.31 kg/cm ²
M-5	4%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.68 KN	171.00 kg	4.05 kg/cm ²
M-6	4%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.80 KN	183.24 kg	4.34 kg/cm ²

PROMEDIO	1.73 KN	176.02 kg	4.17 kg/cm²
-----------------	----------------	------------------	-------------------------------

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2}$$

En donde:

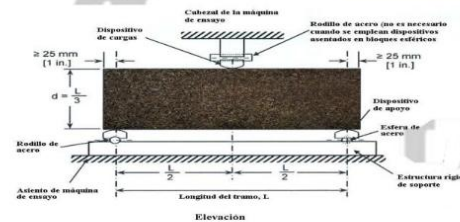
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L: distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)



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



Gerly G. Abel García
INGENIERO CIVIL
Reg. C. I. P. 130756



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES DE ADOBES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025
SOLICITA:	DEYSON DENILSON, ORDOÑEZ HUAMÁN
FECHA:	OCTUBRE DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FIBRAS DE RETAMA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm ²)
					(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	7%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.76 KN	179.47 kg	4.25 kg/cm ²
M-2	7%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.66 KN	169.27 kg	4.01 kg/cm ²
M-3	7%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.76 KN	179.47 kg	4.25 kg/cm ²
M-4	7%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.75 KN	178.14 kg	4.22 kg/cm ²
M-5	7%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.70 KN	173.55 kg	4.11 kg/cm ²
M-6	7%	16/09/2025	14/10/2025	28 días	30.000	19.000	10.000	1.68 KN	171.41 kg	4.06 kg/cm ²

PROMEDIO	1.72 KN	175.22 kg	4.15 kg/cm ²
----------	---------	-----------	-------------------------

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2}$$

En donde:

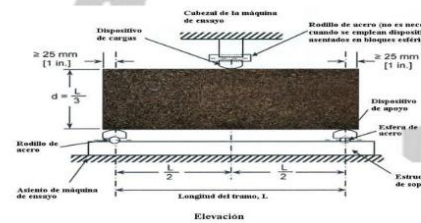
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L : distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)



ANEXO 11

CERTIFICADO DE CALIDAD DE EQUIPO

PyS

EQUIPOS

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

CERTIFICADO DE CALIDAD

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

NOMBRE DEL PRODUCTO: PRENSA DE CONCRETO.

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

CARACTERÍSTICAS:

Carga manual, Cubierta protectora

Capacidad de carga máxima: 2000 kN

Espacio de compresión: 360 mm

Carrera del pistón: 120 mm

Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm

Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm

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

Energía: 220V, 50Hz /60Hz, 1.3kW

MODELO: STYE-2000

SERIE: 221165

FECHA: 22/03/2024


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad



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



ventas@pys.pe
apojo@pys.pe
www.pys.pe




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



ANEXO 12

FICHAS DE TRABAJABILIDAD DEL ADOBE

FICHA DE INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN			
TÍTULO DE LA TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025		
OBJETIVO ESPECÍFICO	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA INCORPORACIÓN DE LAS FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL MEJORA LA TRABAJABILIDAD DEL ADOBE EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO, 2025.		
LUGAR DE OBSERVACIÓN	CC.PP SARIAPAMPA		
FECHA	18 / 09 / 2025	MUESTRA DE ADOBE (DENOMINACION)	6-0
HORA DE INICIO	8:00 am		
OBSERVADOR(BACHILLER)	DEYSON DENILSON ORDOÑEZ HUAMAN		
MATERIALES Y PROPORCIONES: nota se añadirá el agua correctamente para que la mezcla resulte bien			
COMPONENTE	PROPORCIÓN (PESO)	OBSERVACIONES SOBRE EL MATERIAL (longitud de la fibra, etc)	
SUELO	6.020 Kg	El material se uso de manera tradicional sin tamizar.	
FIBRAS DE RETAMA	0%	Como aditivo tradicional se usa un poco de paja nativa y un poco de grama seca.	
PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO:			
ETAPA DEL MEZCLADO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO APROXIMADO	OBSERVACIONES ESPECÍFICAS SOBRE LA TRABAJABILIDAD
PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES	Se saca la tierra adecuada.	1 hora	Se saca la tierra adecuada para la preparación del adobe.
INCORPORACIÓN DE AGUA	Se mezcla poco a poco.	15 min	Se usa un embase para la actividad.
INCORPORACIÓN DE FIBRAS	Se uso fibra nativa o grama seca.	20 min	Se debe esparcir de manera uniforme.
MEZCLADO INICIAL	Se mezcla con una pala	20 min	Se realiza pisando la tierra con unas botas de caucho.
MEZCLADO FINAL	Se mezcla pisando y levantando y volteando	15 min	Se piso asta que la mezcla este bien
REPOSO DE LA MEZCLA (SI APLICA)	Se dejo reposar 1 día.	1 día	Se piso antes de usar.
OBSERVACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD:			
SE EVALUARA LOS SIGUIENTES ASPECTOS DURANTE Y DESPUÉS DEL MEZCLADO, UTILIZANDO LA SIGUIENTE ESCALA:			
MUY DIFÍCIL (MD) DIFÍCIL (D) MODERADAMENTE FÁCIL (ME) FÁCIL (F) MUY FÁCIL (MF)			
ASPECTO DE LA TRABAJABILIDAD	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN	
COHESIÓN DE LA MEZCLA	ME	La cohesión (adherencia) de la tierra es buena.	
PLASTICIDAD DE LA MEZCLA	F	La plasticidad es la adecuada.	
ADHERENCIA AL EQUIPO/HERRAMIENTAS	ME	Tiende a pegarse a las herramientas a la pala y botas.	
FACILIDAD DE MEZCLADO	MF	Presenta una facilidad de mezclado normal.	
HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA	MF	Es facil distribuir el material.	
CONSISTENCIA DE LA MEZCLA	ME	Es muy inconsistente por la falta de tamizado.	
MOLDEADO DEL ADOBE:			
ASPECTO DEL MOLDEADO	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN	
FACILIDAD DE LLENADO DEL MOLDE	ME	El molde es facil de llenar.	
FACILIDAD DE DESMOLDE	ME	Se pega un poco al desmoldar.	
MANTENIMIENTO DE LA FORMA DEL ADOBE	ME	Suele deformarse un poco por el peso al no estar bien tamizado.	
OBSERVACIONES ADICIONALES			
Se percibio una mezcla con una cohesión estandar ; las presencias de pequeñas piedras dificulta el alisado de la cara superior.			
CONCLUSIONES PRELIMINARES SOBRE LA TRABAJABILIDAD			
El método tradicional de la zona presenta una trabajabilidad aceptable en el mezclado pero deficiente en el acabado y desmolde, lo que da inicio a una probabilidad de deformación al secado inicial.			


 FIRMA DEL OBSERVADOR

FICHA DE INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN

TÍTULO DE LA TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025		
OBJETIVO ESPECÍFICO	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA INCORPORACIÓN DE LAS FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL MEJORA LA TRABAJABILIDAD DEL ADOBE EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO, 2025.		
LUGAR DE OBSERVACIÓN	CC.PP SARIAPAMPA		
FECHA	8/09/2025	MUESTRA DE ADOBE (DENOMINACION)	G-1
HORA DE INICIO	3:00 pm		
OBSERVADOR(BACHILLER)	DEYSON DENILSON ORDOÑEZ HUAMAN		

MATERIALES Y PROPORCIONES: nota se añadirá el agua correctamente para que la mezcla resulte bien		
COMPONENTE	PROPORCIÓN (PESO)	OBSERVACIONES SOBRE EL MATERIAL (longitud de la fibra,etc)
SUELO	6.080 Kg	Se tamiza para sacar las piedras
FIBRAS DE RETAMA	60.8g	Se uso una balanza de gramos y se corto de 5 a 6cm de largo la fibra.

PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO:			
ETAPA DEL MEZCLADO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO APROXIMADO	OBSERVACIONES ESPECÍFICAS SOBRE LA TRABAJABILIDAD
PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES	Se cala y tamiza la tierra y se corto la retama adecuadamente	2 horas	La trabajabilidad es adecuada.
INCORPORACIÓN DE AGUA	Primero se prepara la mezcla	20 min	Se uso un embudo para echar el agua.
INCORPORACIÓN DE FIBRAS	Se echo la fibra uniformemente.	10 min	Las fibras se espacian de manera uniforme.
MEZCLADO INICIAL	Se mezcla con una pala	20 min	Se realiza pisando la tierra con unos bastos de caucho.
MEZCLADO FINAL	Se mezcla pisando y volteando con la pala	20 min	Se pisa otra que la mezcla este bien homogénea.
REPOSO DE LA MEZCLA (SI APLICA)	Se dejo reposar 1 dia.	1 dia	Se vuelve a pisar una ultima vez antes de usar.

OBSERVACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD:
SE EVALUARA LOS SIGUIENTES ASPECTOS DURANTE Y DESPUÉS DEL MEZCLADO, UTILIZANDO LA SIGUIENTE ESCALA:

ASPECTO DE LA TRABAJABILIDAD	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN
COHESIÓN DE LA MEZCLA	F	La fibra de retama se adhiere mejor a la fibra
PLASTICIDAD DE LA MEZCLA	MF	La plasticidad es la adecuada.
ADHERENCIA AL EQUIPO/HERRAMIENTAS	F	La adherencia es moderada.
FACILIDAD DE MEZCLADO	F	Presenta una facilidad de mezclado.
HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA	F	Es facil distribuir la fibra.
CONSISTENCIA DE LA MEZCLA	F	Es consistente por el tamizado.

MOLDEADO DEL ADOBE:		
ASPECTO DEL MOLDEADO	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN
FACILIDAD DE LLENADO DEL MOLDE	MF	El molde es facil de llenar
FACILIDAD DE DESMOLDE	F	No se pega tanto al desmoldar.
MANTENIMIENTO DE LA FORMA DEL ADOBE	F	Mejora al mantener su forma.

OBSERVACIONES ADICIONALES

La incorporación de la fibra de retama al 1% redujo la adherencia de la mezcla al molde de madera en comparación con el 0% de fibra de retama. La retama para mejor trabajabilidad debe ser fresca.

CONCLUSIONES PRELIMINARES SOBRE LA TRABAJABILIDAD

El 1% de fibra de retama mejora levemente la estabilidad del bloque al desmoldar, tambien porque fue tamizado adecuadamente.


 FIRMA DEL OBSERVADOR

FICHA DE INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN

TÍTULO DE LA TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025		
OBJETIVO ESPECÍFICO	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA INCORPORACIÓN DE LAS FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL MEJORA LA TRABAJABILIDAD DEL ADOBE EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO, 2025.		
LUGAR DE OBSERVACIÓN	CC.PP SARIAPAMPA		
FECHA	04 / 04 / 2025	MUESTRA DE ADOBE (DENOMINACION)	6-2
HORA DE INICIO	8:00 am		
OBSERVADOR(BACHILLER)	DEYSON DENILSON ORDOÑEZ HUAMAN		

MATERIALES Y PROPORCIONES: nota se añadirá el agua correctamente para que la mezcla resulte bien

COMPONENTE	PROPORCIÓN (PESO)	OBSERVACIONES SOBRE EL MATERIAL (longitud de la fibra, etc)
SUELO	6.080 kg	El peso se toma por unidad de adobe, se tamiza antes de usarse.
FIBRAS DE RETAMA	243.2 g	Se usa una balanza de gramos para mayor precisión, las fibras tienen un tamaño de 5 a 6 cm.

PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO:

ETAPA DEL MEZCLADO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO APROXIMADO	OBSERVACIONES ESPECÍFICAS SOBRE LA TRABAJABILIDAD
PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES	Se toma la tierra y se prepara la retama	3 h	La trabajabilidad es la adecuada mientras la retama es fresca.
INCORPORACIÓN DE AGUA	Se echa el agua poco a poco	20 min	Se usa un embudo para echar el agua.
INCORPORACIÓN DE FIBRAS	Se incorporan las fibras	10 min	Las fibras se echa de manera uniforme para el mezclado.
MEZCLADO INICIAL	Se mezcla con una pala poco a poco.	20 min	Se realiza pisando la tierra con homogeneidad con hojas de caucho.
MEZCLADO FINAL	Se mezcla pisando y volteando con la pala	20 min	Se pisa otra que la mezcla este homogénea para una buena trabajabilidad.
REPOSO DE LA MEZCLA (SI APLICA)	Se deja reposar 1 día.	1 día	Se vuelve a pisar una vez más para usar en el molde de madera.

OBSERVACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD:

SE EVALÚARA LOS SIGUIENTES ASPECTOS DURANTE Y DESPUÉS DEL MEZCLADO, UTILIZANDO LA SIGUIENTE ESCALA:

MUY DIFÍCIL (MD) DIFÍCIL (D) MODERADAMENTE FÁCIL (ME) FÁCIL (F) MUY FÁCIL (MF)

ASPECTO DE LA TRABAJABILIDAD	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN
COHESIÓN DE LA MEZCLA	MF	La mezcla forma una masa compacta que no se separa al ser manipulada.
PLASTICIDAD DE LA MEZCLA	MF	La retama actúa como un ligante que permite que la mezcla sea tan maleable como la plastilina, facilitando el llenado.
ADHERENCIA AL EQUIPO/HERRAMIENTAS	F	La fibra ayuda a que la masa tenga cuerpo y se desprege más limpiamente de los herramientas.
FACILIDAD DE MEZCLADO	F	Permite una integración uniforme.
HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA	F	distribución uniforme.
CONSISTENCIA DE LA MEZCLA	MF	La mezcla tiene una consistencia adecuada.

MOLDEADO DEL ADOBE:


ASPECTO DEL MOLDEADO	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN
FACILIDAD DE LLENADO DEL MOLDE	F	Requiere un ligero acomodo manual para que los esquinas queden compactadas, pero el resultado es bueno.
FACILIDAD DE DESMOLDE	MF	Las fibras permiten que el moldeo suba limpio.
MANTENIMIENTO DE LA FORMA DEL ADOBE	F	El mantenimiento es muy bueno, con aristas claras y el bloque queda firme.

OBSERVACIONES ADICIONALES

Durante el mezclado la mezcla mostro una textura homogénea. Al momento del desmolde el bloque mostro su verticalidad facilitando un retiro limpio del molde.

CONCLUSIONES PRELIMINARES SOBRE LA TRABAJABILIDAD

El 4% representa el balance ideal de trabajabilidad, maximiza la cohesión y la estabilidad del bloque de adobe fresco al momento del desmoldeo.


FIRMA DEL OBSERVADOR

FICHA DE INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN

TÍTULO DE LA TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO 2025		
OBJETIVO ESPECÍFICO	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA INCORPORACIÓN DE LAS FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL MEJORA LA TRABAJABILIDAD DEL ADOBE EN EL CENTRO POBLADO DE SARIAPAMPA, HUÁNUCO, 2025.		
LUGAR DE OBSERVACIÓN	CC.PP SARIAPAMPA		
FECHA	11 / 09 / 2025	MUESTRA DE ADOBE (DENOMINACION)	6-3
HORA DE INICIO	8:00 am		
OBSERVADOR(BACHILLER)	DEYSON DENILSON ORDOÑEZ HUAMAN		

MATERIALES Y PROPORCIONES: nota se añadirá el agua correctamente para que la mezcla resulte bien

COMPONENTE	PROPORCIÓN (PESO)	OBSERVACIONES SOBRE EL MATERIAL (longitud de la fibra, etc)
SUELO	6.080 kg	El peso se toma por unidad de adobe y se tamiza antes de usar
FIBRAS DE RETAMA	425.6g	Se usa una balanza de gramos para mayor precisión al pesar las fibras de retama de Sábana

PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO:

ETAPA DEL MEZCLADO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO APROXIMADO	OBSERVACIONES ESPECÍFICAS SOBRE LA TRABAJABILIDAD
PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES	Se tamiza la tierra y se prepara la retama.	3h	La trabajabilidad es la adecuada
INCORPORACIÓN DE AGUA	Se echa el agua.	20 min	Se usa un embase para echar agua
INCORPORACIÓN DE FIBRAS	Se echan las fibras	10 min	Las fibras se echaron de manera uniforme
MEZCLADO INICIAL	Se mezcla pisando y con una pala	20 min	Se realiza pisando la tierra con botas de caucho.
MEZCLADO FINAL	Se mezcla pisando	20 min	Se piso y se volvió a voltear con una pala asta que la mezcla este homogénea
REPOSO DE LA MEZCLA (SI APLICA)	Se dejó reposar tapado con plástico	1 día	Se volvió a pisar una vez antes de usar la mezcla.

OBSERVACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD:

SE EVALUARA LOS SIGUIENTES ASPECTOS DURANTE Y DESPUÉS DEL MEZCLADO, UTILIZANDO LA SIGUIENTE ESCALA:

MUY DIFÍCIL (MD) DIFÍCIL (D) MODERADAMENTE FÁCIL (ME) FÁCIL (F) MUY FÁCIL (MF)

ASPECTO DE LA TRABAJABILIDAD	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN
COHESIÓN DE LA MEZCLA	ME	La cohesión esta máxima.
PLASTICIDAD DE LA MEZCLA	ME	La plasticidad bajo.
ADHERENCIA AL EQUIPO/HERRAMIENTAS	D	La mezcla se adhiere un poco a la mezcla.
FACILIDAD DE MEZCLADO	D	La fibra de retama se enreda y ofrece una resistencia para realizar una mezcla uniforme
HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA	D	Debido a la saturación la fibra tiende a formar nubes o grumos que no llegan a empaparse bien con barro.
CONSISTENCIA DE LA MEZCLA	F	Se busca una consistencia adecuada para la mezcla.

MOLDEADO DEL ADOBE:

ASPECTO DEL MOLDEADO	ESCALA DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA OBSERVACIÓN
FACILIDAD DE LLENADO DEL MOLDE	ME	La mezcla no fluye, se necesita presionar con fuerza para evitar agujeros o vacíos en la base del adobe.
FACILIDAD DE DESMOLDE	ME	La fibra de retama actúa como un desmoldante natural permitiendo que el molde seba limpio.
MANTENIMIENTO DE LA FORMA DEL ADOBE	ME	La cantidad de fibra es tal que el bloque se comporta rígido y sin ninguna deformación.

OBSERVACIONES ADICIONALES

La mezcla se saturó con la fibra lo que dificulta la homogeneidad de la mezcla y dificultad al compactar la mezcla en el molde.

CONCLUSIONES PRELIMINARES SOBRE LA TRABAJABILIDAD

Aunque el F₁₀ garantiza una rigidez máxima y sin deformación en fresco, su baja trabajabilidad al mezclado y falta de homogeneidad lo hace inviable para una producción.

FIRMA DEL OBSERVADOR

ANEXO 13

FICHA DE CAMPO - IDENTIFICACIÓN DE SUELO (ASTM D2488)

ANEXO 11: FICHA DE CAMPO - IDENTIFICACIÓN DE SUELO (ASTM D2488)	
TÍTULO DE LA TESIS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICA DEL ADOBE CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE RETAMA COMO ADITIVO NATURAL EN
OBJETIVO DE LA FICHA	IDENTIFICACIÓN DE SUELO (ASTM D2488)
LUGAR DE OBSERVACIÓN	CC.PP SARIAPAMPA
BACHILLER:	DEYSON DENILSON ORDOÑEZ HUAMAN
UBICACIÓN DE LA CALICATA	PARTE BAJA DE SARIAPAMPA (2 MIN DEL CENTRO COMUNAL).
FECHA DE MUESTREO	20/06/2025

1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA (ASTM D2488)

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN / RESULTADO	CRITERIO DE EVALUACIÓN
COLOR	PARDO ANARILLENTO (MARRON CLARO)	OBSERVADO EN ESTADO HÚMEDO PARA MAYOR CONTRASTE
OLOR	NULO / MINERAL	AUSENCIA DE MATERIA ORGÁNICA EN DESCOMPOSICIÓN
ANGULOSIDAD	SUB-REDONDEADA	PARTÍCULAS FINAS SIN ARISTAS CORTANTES
HUMEDAD	HÚMEDA	EL SUELO PRESENTA HUMEDAD NATURAL AL TACTO

2. PRUEBAS MANUALES DE IDENTIFICACIÓN

PRUEBA	RESULTADO DETALLADO	CLASIFICACIÓN SUGERIDA
RESISTENCIA SECA	EL TERROÑO NO SE ROMPE CON LOS DEDOS REQUIERE ESFUERZO	INDICA ALTO CONTENIDO DE ARCILLA
DILATANCIA	AL HACERLE, EL AGUA APARECE LENTAMENTE Y NO DESAPARECE INMEDIATAMENTE AL PRESIONAR.	PREDOMINANANCIA DE FINOS ARCILLOSOS SOBRE LIMOS
TENACIDAD	BOLITAS DE 3mm se pueden formar, PERO SE DESMORONA AL LLEGAR AL LIMITE PLÁSTICO	CONSISTENCIA TÍPICA DE ARCILLAS MAGRAS
PLASTICIDAD	SE DEFORMA SIN ROMPERSE Y PERMITE HILOS FINOS	SUELO COHESIVO

3. PRUEBAS ESPECÍFICAS SEGÚN NORMA E.080 (ADOBE)

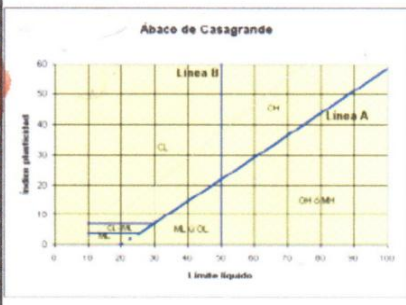
PRUEBA DE CAMPO	RESULTADO OBSERVADO	CUMPLIMIENTO NORMATIVO
ENSAYO DE CINTA	14 CM. DE LONGITUD	CUMPLE: INDICA ENTRE 15% Y 30%
PRUEBA DE LA "BOLITA"	BOLITAS QUE NO SE DESMORONAN AL SECAR Y AL PRESIONAR.	CUMPLE: COHESIÓN SUFICIENTE PARA EL MOLDEO

4. CLASIFICACIÓN FINAL (SUCS)

CLASIFICACION DE GRUPO	CL
NOMBRE DE GRUPO:	ARCILLA MAGRA (ARCILLA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD)
OBSERVACIONES:	EL SUELO EVALUADO EN SARIAPAMPA PRESENTA UNA COHESIÓN NATURAL ÓPTIMA PARA SER ESTABILIZADO CON FIBRAS NATURALES. LA AUSENCIA DE PIEDRAS MAYORES (TRAS TAMIZADO #6) GARANTIZA UNA MEZCLA HOMOGÉNEA

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."

DIVISIONES PRINCIPALES		Simbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. Cu= $D_{60}/D_{10}>4$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
	Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
	Más de la mitad del material grueso pasa por el tamiz número 200 (4,76 mm)	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. Cu= $D_{60}/D_{10}>6$ Cc= $(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo. Límites de Atterberg situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
			ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
Límite líquido menor de 50		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
Limos y arcillas:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
SUELOS DE GRANO FINO	Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas:	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.	
		Límite líquido mayor de 50	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.	



SE IDENTIFICÓ LA CATEGORÍA CL Y SE RESALTO PARA MAYOR VISUALIZACIÓN

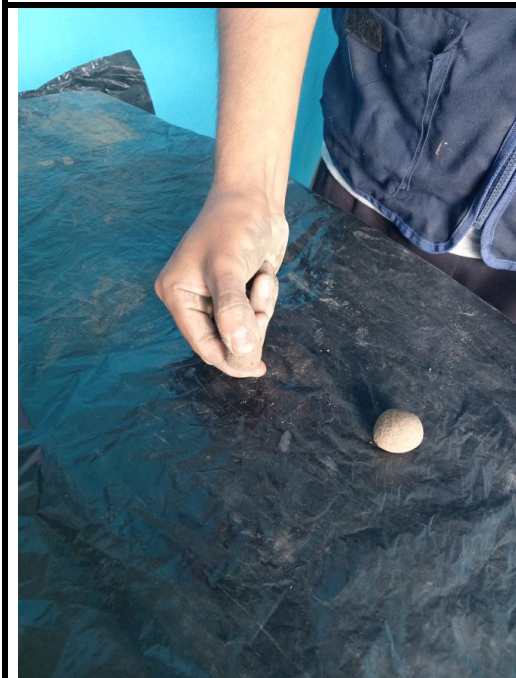
ANEXO 14
PANEL FOTOGRÁFICO



Se realizó la prueba de la presencia de arcilla



Se realizó las bolitas de tierra para la prueba de la presencia de arcilla



Se aplasto la bolita de tierra y no se rompió.



Se realizó la prueba de la cinta de barro.



Se confirmó la presencia de arcilla adecuada en la tierra.



Se cortó la retama para la adquisición de la fibra.



Se cortó la retama en el tamaño establecido anteriormente.



Malla N°6 que se usó para separar las piedras grandes de la tierra.



Molde que se empleó para la fabricación de los adobes



cantidad de tierra para pesar el adobe en seco.



Mesclado y pisado de la tierra.



Pesaje de la fibra de retama para la incorporación.



Mesclado de la retama con la tierra.



Moldeado del adobe con la fibra de retama



Tapando los adobes en la sombra para los primeros días de secado.



Mesclado de la paja silvestre con la tierra.



Preparación para el moldeo del adobe



Moldeado del adobe tradicional.



Se guardo el adobe donde no le llegue la lluvia.



Movilizando los adobes.



Adobes antes de ser llevados al laboratorio.



Adobes llevados al laboratorio de suelos MONTAÑA.



Adobes mejorados y sin mejorar en el Laboratorio de suelos MONTAÑA.



Inicio de prueba de compresión del adobe sin mejorar o tradicional de la zona.



Preparando para el análisis.



Poniendo el adobe sin mejorar o patrón en la prensa.



Tomando anotaciones de la prensa.



Se retiro el adobe de la prensa.



Se muestra el adobe después de la compresión.



Iniciando de compresión del adobe con 1% de incorporación de fibra de retama.



Tomando anotaciones de la prensa del adobe con 1% de incorporación de fibra de retama.



Tomando anotaciones de la prensa del adobe con 1% de incorporación de fibra de retama.



Se muestra como quedo después de la compresión el adobe con 1 % de incorporación de fibra de retama.



Iniciando de compresión del adobe con 4% de incorporación de retama.



Colocando el adobe con 4% de incorporación de retama en la prensa.



Iniciando la compresión del adobe con 4% de incorporación de retama.



Se muestra como quedo después de la compresión el adobe con 4% de incorporación de fibra de retama.



Iniciando el análisis de compresión del adobe con 7% de incorporación de retama.



Iniciando la compresión del adobe con 7% de incorporación de retama.



Se muestra como quedo después de la compresión el adobe con 7% de incorporación de fibra de retama.



Iniciando análisis de flexión del adobe sin mejorar o patrón.



Tomando anotaciones de la prensa durante el análisis de flexión del adobe sin mejorar o patrón.



Se muestra como quedo después del análisis a la flexión del adobe sin mejorar o patrón.



Iniciando análisis de flexión del adobe con 1% de incorporación de fibra de retama.



Tomando anotaciones de la prensa durante el análisis de flexión del adobe con 1% de incorporación de fibra de retama.



Se muestra como quedó después del análisis a la flexión del adobe con 1% de incorporación de fibra de retama.



Iniciando análisis de flexión del adobe con 4% de incorporación de fibra de retama.



Tomando anotaciones de la prensa durante el análisis de flexión del adobe con 4% de incorporación de fibra de retama.



Se muestra como quedo después del análisis a la flexión del adobe con 4% de incorporación de fibra de retama.



Iniciando el análisis de flexión del adobe con 7% de incorporación de retama.



Tomando anotaciones de la prensa durante el análisis de flexión del adobe con 7% de incorporación de fibra de retama.



retirando el adobe con 7 % de incorporación de fibra de retama de la prensa.



Se muestra como quedo después de la flexión el adobe con 7 % de incorporación de fibra de retama.