

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de las propiedades mecánica-físicas del bloque de tierra
reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café**

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

AUTOR

Yorvin Cesar Alarcon Irigoin

ASESOR

Joaquin Hernan Rojas Oblitas

<https://orcid.org/0000-0002-6521-0215>

Chiclayo, 2025

**Evaluación de las propiedades mecánica-físicas del bloque de tierra
reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café**

PRESENTADA POR

Yorvin Cesar Alarcon Irigoín

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Juan Merino Roncero
PRESIDENTE

Aníbal Teodoro Díaz Orrego
SECRETARIO

Joaquin Hernan Rojas Oblitas
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres, fuente inagotable de apoyo y amor, por su sacrificio y constante aliento. A mis amigos, por compartir risas en los momentos más desafiantes. A mis profesores, por su sabiduría y guía inestimable. A todos aquellos que creyeron en mí y contribuyeron a que este camino académico fuera posible. Este logro es tan suyo como mío. ¡Gracias por ser mi inspiración constante!

Agradecimientos

Deseo exhibir mi más profundo agradecimiento a quienes hicieron posible la culminación de esta tesis. A mis profesores, cuya dedicación y conocimientos me guiaron en este viaje académico. Especialmente a mi asesor el Ing. Rojas Oblitas Joaquín Hernán, por su tiempo y dedicación en esta investigación. A mis familiares, por su inquebrantable apoyo emocional y motivación constante. Agradezco a todos aquellos que contribuyeron con su experiencia y perspectivas enriquecedoras.

Evaluación de las propiedades mecánica-físicas del bloque de tierra reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	22%	7%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Revisión de literatura	18
Materiales y métodos	33
Resultados y discusión	79
Conclusiones	112
Recomendaciones.....	114
Referencias	116
Anexos.....	120

Lista de tablas

Tabla 1.	Simbología SUCS	26
Tabla 2.	Clasificación SUCS	28
Tabla 3.	Muestra de bloques de adobes totales	34
Tabla 4.	Muestra de bloques de adobes totales	35
Tabla 5.	Muestra de bloques de adobes totales	37
Tabla 6.	Dosificación por adobe para cada porcentaje de viruta	61
Tabla 7.	Contenido de humedad	79
Tabla 8.	Gravedad específica	79
Tabla 9.	Límites de Atterberg	80
Tabla 10.	Límites de Atterberg.....	80
Tabla 11.	Granulometría – clasificación del suelo	81
Tabla 12.	Densidad de la viruta.....	82
Tabla 13.	Contenido de humedad de la viruta.....	83
Tabla 14.	Granulometría de la viruta.....	83
Tabla 15.	Características físicas de la viruta	84
Tabla 16.	Características químicas de la viruta de tallo de café.....	84
Tabla 17.	Variación dimensional de adobe tradicional	85
Tabla 18.	Evaluación a la resistencia de compresión - adobes tradicionales	85
Tabla 19.	Cambio dimensional de adobe con 2% de viruta	86
Tabla 20.	Ensayo de resistencia a compresión con 2% de viruta de tallo de café	86
Tabla 21.	Cambio dimensional del bloque de adobe con 3% de viruta	87
Tabla 22.	Ensayo de resistencia a compresión con 3% de viruta de tallo de café	87
Tabla 23.	Cambio dimensional del bloque de adobe con 5% de viruta	88
Tabla 24.	Ensayo de resistencia a compresión con 5% de viruta de tallo de café	88
Tabla 25.	Datos para ensayo de flexión	90
Tabla 26.	Evaluación de resistencia a flexión – adobe patrón o tradicional	90

Tabla 27.	Variación dimensional de adobe tradicional	91
Tabla 28.	Evaluación de resistencia a la flexión con 2% de viruta de tallo de café.....	91
Tabla 29.	Variación dimensional de adobe tradicional	92
Tabla 30.	Envaluación de resistencia a la flexión con 3% de viruta de tallo de café.....	92
Tabla 31.	Variación dimensional de adobe tradicional	93
Tabla 32.	Evaluación a la resistencia de flexión con 5% de viruta de tallo de café.....	93
Tabla 33.	Evaluación a la resistencia del mortero a la tracción	94
Tabla 34.	Eval. a la resistencia a comp. de muretes de adobes tradicionales.....	96
Tabla 35.	Evaluación a la comp. de muretes con 2% de viruta de tallo de café	96
Tabla 36.	Eval. a la resistencia de comp. diagonal de muretes tradicionales.....	98
Tabla 37.	Evaluación a compresión diagonal con 2% de viruta de tallo de café	98
Tabla 38.	Resultados de succión – adobe tradicional.....	100
Tabla 39.	Resultado de succión con 2% de viruta de tallo de café	100
Tabla 40.	Ensayo de succión con 3% de viruta de tallo de café.....	101
Tabla 41.	Ensayo de succión con 5% de viruta de tallo de café.....	101

Lista de figuras

Figura 1.	Simbología SUCS	27
Figura 2.	Representación gráfica para Compresión (pilas). Muretes de adobe	31
Figura 3.	Representación gráfica para compresión o tracción indirecta de muretes	31
Figura 4.	Muestra de bloques de adobes totales	38
Figura 5.	Ubicación de la adobera de estudio.....	40
Figura 6.	Muestra de bloques de adobes totales	41
Figura 7.	Muestra de bolitas de barro	41
Figura 8.	Resultado de bolitas de barro in situ	41
Figura 9.	Muestra inicial de tierra húmeda– contenido de humedad.....	42
Figura 10.	Horno.....	43
Figura 11.	Ensayo de contenido de humedad – peso de muestra de tierra	43
Figura 12.	Materiales para trituración	44
Figura 13.	Proceso de tamizado.....	44
Figura 14.	Gravedad específica - Peso a utilizar de muestra.....	45
Figura 15.	Agua destilada en la fiola	45
Figura 16.	Incorporación del suelo + agua	46
Figura 17.	Liberación de burbujas presentes	46
Figura 18.	Registro de: peso de la muestra de suelo + agua + fiola	47
Figura 19.	Saturación y lavado del suelo.....	47
Figura 20.	Registro de la muestra seca (peso)	48
Figura 21.	Obtención de la muestra.....	48
Figura 22.	Preparación hasta tener una mezcla plástica y homogénea.....	49
Figura 23.	Reposo de la muestra por 24horas.....	49
Figura 24.	Colocación de la muestra	50
Figura 25.	Toma de resultados de forma manual	50
Figura 26.	Muestra humedad	51

Figura 27.	Peso de tara (w)	51
Figura 28.	Peso de tara + muestra.....	51
Figura 29.	Elaboración de cilindros de 3mm de diámetro	52
Figura 30.	Resultado del peso de los cilindros + tara (w)	52
Figura 31.	Registro de pesos para límite líquido - muestra seca + tara (w)	53
Figura 32.	Registros de pesos para Límite plástico - muestra + tara (w)	53
Figura 33.	Ubicación de la obtención del tallo de café.....	54
Figura 34.	Tallo de café	55
Figura 35.	Proceso de tallo a viruta	55
Figura 36.	Resultado final de viruta	56
Figura 37.	Imágenes durante la caract. Física-química de la viruta	56
Figura 38.	Peso de probeta.....	57
Figura 39.	Resultado de viruta seca	57
Figura 40.	Saturación de agua	58
Figura 41.	Resultado final de viruta saturada	58
Figura 42.	Peso de viruta de tallo de café.....	59
Figura 43.	Tamizado	59
Figura 44.	Adoberas a trabajar.....	60
Figura 45.	Peso de la muestra de adobe en campo	60
Figura 46.	Peso para 2% de viruta	61
Figura 47.	Mezcla de la tierra	62
Figura 48.	Dormido de la muestra	63
Figura 49.	Muestra de barro + viruta de tallo de café.....	63
Figura 50.	Mezcla de la muestra de barro + paja.....	64
Figura 51.	Moldes de madera	64
Figura 52.	Encofrado y desencofrado de las muestras hechas con viruta	65
Figura 53.	Encofrado y desencofrado de las muestras de adobe de paja.....	65

Figura 54.	Secado de las muestras	66
Figura 55.	Secado tras 3 días	66
Figura 56.	Esfuerzo de adobe	67
Figura 57.	Toma de medidas y pesos de los adobes	67
Figura 58.	Configuración de la máquina compresora.....	68
Figura 59.	Resultados y tipo de ruptura tras el ensayo de compresión.....	68
Figura 60.	Eliminación del material después del ensayo.....	69
Figura 61.	Toma de medidas de los adobes	69
Figura 62.	Adobes para el ensayo de flexión.....	70
Figura 63.	Colocación del adobe y apoyos.....	70
Figura 64.	Registro de cargas y tipo de ruptura de ensayo de flexión.....	71
Figura 65.	Materiales para el ensayo de succión + 3mm de alto de agua.....	71
Figura 66.	Toma de medidas y pesos de los adobes	72
Figura 67.	Ensayo de succión + toma de pesos	72
Figura 68.	Pegado de adobes para ensayo de mortero.....	73
Figura 69.	Ensayo de tracción del mortero.....	73
Figura 70.	Pegado de los adobes en pilas	74
Figura 71.	Adobes pasado los 28 días de secado del mortero	74
Figura 72.	Evaluación de compresión de muretes (Pilas).....	74
Figura 73.	Pegado de los muretes	75
Figura 74.	Toma de medidas	76
Figura 75.	Registro de las cargas en la ruptura de los muretes.....	76
Figura 76.	Registro de las cargas	77
Figura 77.	Trípticos a repartir - Localidad de Monsefú – Pomalca – la Cría.....	78
Figura 78.	Límites de Atterberg.....	80
Figura 79.	Curva Granulométrica	82
Figura 80.	Comparación de resultados para compresión.....	89

Figura 81.	Comparación de resultados a flexión	94
Figura 82.	Resultado a la tracción del mortero - Comparación.....	95
Figura 83.	Comparación de resultados a compresión de muretes	97
Figura 84.	Comparación de resultados a muretes diagonales de muretes	99
Figura 85.	Comparación del ensayo por succión.....	102

Resumen

En la actualidad, el Perú en su mayoría cuenta con construcciones de adobes en mal estado, debido a que están elaborados con materiales que no son lo suficientemente resistentes a causa de la naturaleza como los sismos, inundaciones causadas por las lluvias, etc. Es por ello que el objetivo principal de esta investigación es evaluar el efecto de diferentes porcentajes de viruta del tallo de café (2%, 3% y 5%) en las propiedades mecánica-física del adobe. Teniendo como hipótesis que la viruta de tallo de café influye positivamente en sus características físico-mecánicas en la elaboración de adobes con este material. Esta investigación es experimental, teniendo una población de 198 adobes con viruta de café y 162 adobes tradicionales. Cada ensayo realizado se tomó lo estipulado en la NTP E-080. El mejor resultado obtenido de los ensayos realizados fue con el 2% de viruta, para compresión con 17.01Kg/cm². Para flexión con valor de 20.02Kg/cm². Para absorción-succión con 3.32gr/min/200cm². Para el ensayo de compresión de muretes el 2% con 14.05Kg/cm² y para el ensayo de compresión diagonal el de 2% también con valor de 0.94Kg/cm². Lo que quiere decir que favorece a la hipótesis planteada, ya que la viruta ayuda en la mejora de esfuerzos mecánicos y además que es muy bueno en no absorber el agua con facilidad que, si se lleva a la vida práctica, sería muy bueno ante las lluvias e inundaciones, lo que contribuye a la construcción de viviendas más seguras y resilientes.

Palabras clave: Viruta de tallo de café, adobe, adobe estabilizado, características mecánica-físicas.

Abstract

Currently, Peru mostly has adobe buildings in poor condition, because they are made with materials that are not resistant enough due to nature such as earthquakes, floods caused by rain, etc. That is why the main objective of this research is to evaluate the effect of different percentages of coffee stem chips (2%, 3% and 5%) on the mechanical-physical properties of the adobe. Having as a hypothesis that the coffee stem shavings positively influence its physical-mechanical characteristics in the production of adobes with this material. This research is experimental, having a population of 198 adobes with coffee chips and 162 traditional adobes. Each test carried out was based on the provisions of NTP E-080 for reinforced earth. The best result obtained from the tests carried out was with 2% chip, for compression with 17.01Kg/cm². For bending with a value of 20.02Kg/cm². For absorption-suction with 3.32gr/min/200cm². For the wall compression test, 2% with 14.05Kg/cm² and for the diagonal compression test, 2% also with a value of 0.94Kg/cm². Which means that it favors the proposed hypothesis, since the chip helps in improving mechanical efforts and also that it is very good at not absorbing water easily which, if carried into practical life, would be very good in the face of rains and floods, which contributes to the construction of safer and more resilient homes.

Keywords: Coffee stem shavings, adobe, stabilized adobe, mechanical-physical characteristics.

Introducción

El bloque de tierra reforzada o comúnmente llamado “adobe” es considerado como un material de construcción más longevo, dándole uso en todo el mundo. Siendo la combinación de porcentajes tanto de arcilla, agua y la arena que se moldea en bloques y se seca al sol. A pesar de su amplia disponibilidad y bajo costo, el adobe tiene algunas limitaciones en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas, especialmente en términos de resistencia a la compresión, flexión y resistencia a la humedad [1]. En los últimos años, se ha investigado sobre la inclusión que se da de diversos materiales en la mezcla de adobe para presentar incrementar sus propiedades tanto físicas como mecánicas.

Es bien sabido en todo el mundo, que las construcciones con tierra son las más vulnerables a sufrir deformaciones por el secado, presentando con ello grietas a comparación de materiales como ladrillos, o materiales como el concreto, esto se debe al gran contenido de partículas finas por el cual está hecho el adobe [2].

Según lo mencionado en [3], existe un creciente interés en la preservación y reparación de elementos construidos con bloques de adobe y técnicas ancestrales. Esto impulsó a la indagación acerca del uso de este material, agregando diferentes elementos para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Este tema se ha vuelto muy relevante en diversos territorios, no solo nacionales, sino también a nivel internacional. El adobe, debido a su trayectoria, reducción de costos energéticos y potencial para una transferencia óptima de energía, así como su capacidad para reintegrarse al medio ambiente, se considera un material de construcción adecuado para los seres humanos.

En las zonas rurales, los muros de adobe han sido históricamente fundamentales para la construcción de viviendas, ofreciendo una solución accesible y sostenible. Sin embargo, sus propiedades físicas y mecánicas de estos muros plantean serios desafíos debido a factores climáticos y ambientales, poniendo en riesgo la seguridad y la habitabilidad de estas estructuras. La vulnerabilidad del adobe, especialmente frente a la humedad y la lluvia, requiere soluciones innovadoras para garantizar la durabilidad de estas construcciones.

Actualmente, los pueblos aledaños de Chiclayo, como, por ejemplo: la Cría, Monsefú, Puerto Eten, Pátapo, Batán grande, Tumán, entre otras más, en su mayoría las viviendas

están hechas del material de adobe, y se pueden observar un deterioro significativo, ya sea por el mismo peso o generado por humedad. De acuerdo con esto, se puede observar las siguientes problemáticas: ¿Qué nuevos materiales se le puede añadir a la elaboración del adobe para que podamos de alguna manera aumentar sus características en lo mecánico y físico? ¿Cómo podemos incluir dicho material al adobe sin causar daños al ambiente?

Es por ello que, en esta investigación, se enfocó en analizar los diferentes comportamientos que puede presentar el bloque de adobe, tanto físicos como mecánicos en comparación de un adobe tradicional. Gracias a ello surgió una pregunta que se resolverá en la presente investigación: ¿Cómo influye la incorporación de viruta de tallo de café en las propiedades mecánicas y físicas en la elaboración del adobe? Con la finalidad de lograrlo, se realizaron pruebas de resistencia frente a los ensayos como: compresión, flexión, pilas y muretes, sumándole las pruebas de absorción en muestras de adobe con diferentes porcentajes de inclusión de viruta del tallo de café.

La viruta del tallo de café es un subproducto de la industria del café y que se caracteriza por su bajo costo y alta disponibilidad en las regiones cafetaleras como por ejemplo Jaén, ya que para la elaboración de esta investigación los materiales del tallo de café se consiguieron de esa ciudad. Se realizaron pruebas de flexión, compresión, pilas y muretes en muestras de adobe con diferentes porcentajes de viruta del tallo de café, y se compararon con muestras de adobe sin viruta. En este contexto, la investigación además de evaluar las características del adobe con este material se centra en el aprovechamiento del tallo de café como sustituto de la paja en la elaboración del adobe. El cultivo del café es una actividad predominante en muchas áreas rurales, y sus desechos, como el tallo, representan una materia prima subutilizada con un gran potencial. Este enfoque no solo busca mejorar las propiedades estructurales del adobe, sino también fomentar la sostenibilidad y la economía circular en las comunidades rurales.

Esta investigación encuentra su justificación en el ámbito económico, donde se menciona que puede ser vista por muchas personas que quisieran construir su vivienda con bajo presupuesto y con una buena durabilidad y buenas características mecánicas y físicas en sus materiales. Esto les ayudará en la parte económica ya que no es tan costosa a comparación de otros materiales. No obstante, también ayudará a tener un ingreso extra

a los que cultivan el café, ya que los tallos de poda no lo reutilizan más que para leña, y lo podrían vender este exceso de tallos a las personas que necesiten construir su casa.

Además, se justifica en lo social, ya que va a contribuir con la población que sigue construyendo con material de adobe, no solo en las zonas cafetaleras, sino también en las diferentes regiones del Perú, tanto en el ámbito rural que en su mayoría construyen con adobe y también en la parte urbana, que también se ve su uso de este material. Además, que se va a dar uso útil al tallo de café, ya que muchas veces la poda de esta planta se deja por el terreno, dándolo por perdido y sin uso alguno. Asimismo, menciona la parte ambiental que es muy importante en la actualidad, donde se justifica mencionando que la viruta de tallo de café al ser un material obtenido naturalmente de la poda, no produce impacto ambiental, al contrario, se consideraría eco amigable con la naturaleza y estaría contribuyendo a que si una persona quiera construir una vivienda con buenas características mecánicas y físicas opte por la opción del adobe y no del material noble que tiene un porcentaje considerable de impacto ambiental en su construcción.

Con todo lo dicho, la relevancia de esta investigación es doblemente significativa: por un lado, aborda la necesidad urgente de mejorar la resistencia de las viviendas rurales de adobe frente a la erosión, peso propio, entre otros; por otro, promueve el uso de recursos locales y sostenibles, contribuyendo a una mayor resiliencia económica y ambiental. En un mundo donde la sostenibilidad y la innovación en materiales de construcción son cada vez más cruciales, esta propuesta no solo es pertinente, sino también esencial para el desarrollo rural y la preservación de técnicas constructivas tradicionales con un enfoque moderno y sostenible.

En este sentido, esta tesis está enfocada en examinar la influencia de la inclusión de viruta del tallo de café con diferentes porcentajes (2%, 3% y 5%) en las características físico-mecánicas del adobe del adobe, el cual se ha seguido los procedimientos mandados en la NTP E-080 “Diseño y construcción de tierra reforzada” [4] donde esta normativa se basó en el diseño, construcción, si en caso se requiera también en reparación y reforzamiento de viviendas donde hagan uso de la tierra reforzada, teniendo en cuenta la durabilidad, seguridad, económica y sobre todo que brinde confort a las personas que lo habitan.

Respecto a la formulación del problema planteado anteriormente, se espera que los resultados sean favorables, creando la hipótesis: que la viruta de tallo de café incluido en la elaboración del bloque de adobe influya positivamente en las propiedades mecánicas y físicas.

Asimismo, el objetivo principal es evaluar el efecto de diferentes porcentajes de viruta del tallo de café (2%, 3% y 5%.) en las propiedades mecánica-física del adobe, y como objetivos secundarios son: caracterizar la viruta de tallo de café, evaluar la resistencia a la compresión, flexión del adobe con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, evaluar la resistencia a la compresión de muretes, y compresión diagonal o tracción indirecta del adobe con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, evaluar las propiedades de absorción del adobe con viruta de tallo de café en los diferentes porcentajes, realizar el estudio comparativo con los resultados de los ensayos de compresión (teniendo en cuenta la NTP), flexión (teniendo en cuenta la NTP) y absorción del adobe con los diferentes porcentajes de inclusión de viruta de tallo de café ante los resultados de un adobe tradicional, socializar el material de viruta de café en la inclusión del adobe ante la sociedad.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

A nivel internacional, Guerrero [5], en su investigación “El uso de tierra modelada en la intervención de componentes constructivos de adobe” se centró en los procesos de restauración y conservación basados en el uso de tierra amasada o modelada, una técnica de construcción antigua. Este estudio ha refinado esta técnica al estabilizar el suelo con hidróxido de calcio y luego compactarlo para aumentar su densidad. Se realizaron pruebas en la Universidad Autónoma Metropolitana de México para evaluar su aguante a la compresión, retracción, absorción de agua y dureza a la intemperización de la tierra estabilizada. También hacen mención que un buen control de humedad puede traer consigo muchos beneficios, como, por ejemplo: evitar agrietamientos generado por las retracciones volumétricas que pueden generar deterioro en el tiempo. El autor concluye que resultados mostraron un notable incremento en la resistencia y durabilidad del material, lo que sugiere que esta técnica de restauración y conservación puede ser efectiva y útil en la actualidad. Además, menciona que este procedimiento fue aplicado en construcciones de adobe que se vio afectado por los terremotos en septiembre del 2017 en México, ya que su estrategia es de fácil aplicación, usando solo un mínimo de recursos tanto en los materiales como técnicos.

Zamora et al. [23], en su artículo “Propuesta de refuerzo sísmico con carrizo para mamposterías de adobe en construcciones patrimoniales” evaluó la pérdida de bienes históricos debido a desastres naturales como un problema global y de ciudades patrimoniales construidas con tierra y que estas están particularmente en riesgo sísmico. Para proteger estas edificaciones, plantean el desarrollo de diversas técnicas de refuerzo estructural. El presente artículo propuso una solución arquitectónica innovadora que utiliza carrizo (*Phragmites australis*) para reforzar estructuras. Ya que el carrizo es una planta resistente y flexible que puede absorber impactos y vibraciones, lo que lo convierte en un material adecuado para la protección sísmica. Además, es un material sostenible y económico que se encuentra en abundancia en muchas regiones del mundo. La propuesta arquitectónica presentada en el artículo utiliza el carrizo como un elemento estructural clave en la construcción de muros de adobe, lo que aumenta la resistencia de la estructura ante sismos. Obteniendo como resultado un nivel elevado a la capacidad de flexión con un 87,32%, además se logra demostrar la disminución en un 71,47% el ancho de fisuras,

así como también supera el ángulo de inclinación en un 17,49% a diferencia de los muros hechos con adobe sin refuerzo.

Miranda et al. [24], en su artículo, “Valoración inicial de las propiedades de la goma de nopal como posible aditivo en la conservación de edificaciones de adobe” hacen mención la inclusión de goma de la planta de nopal (*Opuntia Ficus*) como un adicional para la elaboración del adobe, esperando consigo que sea beneficio en su durabilidad. Este estudio se realizó en los laboratorios de especímenes cúbicos de tierra. Nos muestran además que este material debe ser pulverizada y deshidratada para su buen uso. Se han realizado análisis de compresión, capilaridad y humedad, obteniendo consigo excelentes resultados, por ejemplo: se logró determinar que, en el ensayo de compresión, esta aumenta su porcentaje de resistencia, así como también se disminuye su capilaridad lo cual es otro punto a favor para este material, y por el lado de la humedad se ha mantenido su cohesión de partículas en los especímenes de dichas muestras. Llegando a la conclusión que esta goma de Nepal, si contribuye a la durabilidad del adobe lo que hace viable su uso en la construcción y conservación de viviendas con adobe.

A nivel Nacional, Mantilla [6], en su investigación “Variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho” dicho autor se enfocó en la exploración de nuevas técnicas que pueda servir para las mejoras en las propiedades del adobe, un material de construcción tradicionalmente empleado en zonas rurales del Perú, donde el adobe se usa en construcción ya que es un material con buenas características. Para llevar a cabo el estudio, se hicieron ensayos de laboratorio elaborando un total de 245 bloques de adobe, adicionando diferentes porcentajes de viruta y caucho (2%, 3% y 5%). Estos bloques han sido evaluados en términos de su resistencia a la compresión y flexión, así como en su conducta frente a la absorción de agua y saturación total. El autor concluye que los resultados obtenidos han demostrado que la adición de viruta y caucho puede mejorar significativamente las características físico-mecánicas del adobe, como su fortaleza a flexión, compresión, y también su capacidad de absorción y saturación total, lo que podría tener un impacto positivo en la elaboración de viviendas en zonas donde este material es utilizado de forma tradicional. Además, mencionó que el uso de materiales alternativos como la viruta y el caucho contribuye a la reducción de residuos y al fomento de prácticas más sostenibles en la construcción.

Briceño et al. [14], en su investigación “Efecto del porcentaje de la fibra tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión, absorción y estabilidad dimensional del adobe, Trujillo, 2018” evaluó los resultados de los diferentes tanto por ciento de fibra de vidrio Tipo E, en pruebas como flexión, compresión, absorción y estabilidad dimensional del adobe, usando un 0%, 3%, 5% y 7% del total del espécimen que sirvió para la fabricación del adobe estudiado. Luego de seguir con los pasos de su elaboración y teniendo los criterios de la normativa, se ha procedido a realizar los ensayos en los laboratorios, obteniendo mejora en la resistencia máxima a la compresión con un 22.52 kg/cm², el cual supera las características de un adobe realizado con materiales de manera tradicional. Además, se evaluó la resistencia a la flexión alcanzando valores máximos en su mejora, por otro lado, en el porcentaje a la absorción se mantiene en su menor cantidad, así como también su variación dimensional. Concluyendo en esta investigación que se ha demostrado que la inclusión de fibra de vidrio tipo E mejora sus propiedades mecánicas y físicas, el cual resulta favorable en el ámbito de la construcción.

Baez [15], en su investigación “Análisis de las propiedades físico-mecánicas del adobe reforzado con fibra de queñoa en el distrito de San Miguel, Juliaca - 2022” empleó la adición de fibra de queñoa a la elaboración del adobe, para determinar sus mejoras en cuanto a las propiedades mecánicas y físicas. Se ha trabajado con un total de 72 unidades de adobe donde se ha llevado al laboratorio para realizar los diferentes ensayos. Los resultados obtenidos tanto en compresión y flexión, superar los porcentajes mínimos trabajado con la normativa obteniendo un promedio de 16,55 kg/cm² trabajado con porcentajes de 0,8% 1,5% y 3,2% de fibra de queñoa y 5.60 kg/cm² respectivamente en el ensayo a flexión. Además, se ha demostrado mejoras en el ensayo d absorción mejorando así cada una de las propiedades del adobe. En conclusión, en esta investigación se ha demostrado su eficacia de este nuevo material en el adobe, logrando consigo una situación favorable para personas que quisieran construir con adobe.

Bases teóricas científicas

Adobe:

Según la NTP E-080 conceptualiza al bloque de tierra reforzada como un adobe de tierra cruda [19], donde su elaboración puede contener arena gruesa, paja u otros materiales donde se pueda dar aumentos en su resistencia y durabilidad [4].

También, Paredes y De La Cruz nos mencionan en su artículo que el adobe es un aislador cómodo en el ámbito térmico para las personas que lo habitan. Además, tiene beneficios como suprimir la electrostática que se da por el roce de las personas en las paredes [7].

- **Requerimientos básicos para la preparación adecuada del adobe:**

La tierra no puede presentar materias orgánicas, y debe contar con la presencia de arcilla según las pruebas que nos brinda la normativa E-080. Asimismo, debemos ver que la resistencia cumpla con esta normativa.

El agua que se debe utilizar debe ser agua potable, el cual debe estar libre de sales, materias orgánicas o sólidos suspendidos.

El bloque de adobe no debe contar con grietas, rajaduras que puedan hacer contra a su resistencia y durabilidad [4].

- **Formas y dimensiones del adobe:**

El adobe debe presentar una forma rectangular o como en algunos casos se ve cuadrada, y para formas especiales los encuentros cuentan con ángulos distintos a 90°.

Para bloques de adobe rectangulares, se debe tomar el doble del ancho para el largo aproximadamente.

La relación que existe entre el largo y altura se da con el orden de 4 a 1.

Tomar en cuenta que la altura debe ser mayor a 8cm. [4].

- **Adobe estabilizado:**

Este adobe es determinado por la incorporación de nuevos materiales que ayuden a la mejora de sus propiedades en los ensayos de compresión y que le dé mejora ante la presencia de humedad. Los materiales más comunes pueden ser:

- ✓ Asfalto
- ✓ Cemento
- ✓ Cal
- ✓ Entre otras más.

Paja:

El ichu o paja es cultivada en regiones específicas altas, entre los 3,300 y 4,500 m.s.n.m, y es común en las jalcas de la cordillera peruana debido a que prefiere climas fríos. Esta planta tiene una textura fibrosa muy fina y puede ser utilizada para fabricar adobes, ya que ayuda a absorber las tensiones que se generan cuando la masa de suelo y agua unido se contrae durante el secado. La alta cantidad de lignina presente en el ichu le confiere una gran resistencia a la putrefacción originada por los microorganismos [6].

Tallo de café:

El tallo de café es un tipo de madera en su mayoría rígida, que esta ayuda a sostener la planta, donde también nacen los tallos.

Viruta:

La viruta es un tipo de residuo que se genera al cepillar, desbastar o perforar la madera con herramientas como cepillos o brocas. Consiste en láminas curvadas o en forma de espiral y se utiliza para diversas aplicaciones. A pesar de que se considera un subproducto de las industrias madereras, tiene múltiples usos [6].

Suelo para adobes:

Para fabricar adobes, la composición ideal del suelo puede ser alrededor de: 55-70% de arena, 15-25% de limo y 10-20% de arcilla. Sin la presencia de sustancias orgánicas, además que estos porcentajes pueden variar al fabricar adobes estabilizados [4].

- **Mecánica de suelos:**

Los resultados del tipo del suelo son primordiales para saber la clasificación y servirá para elegir cual material es la más adecuada para elaborar los bloques de tierra reforzada.

Ensayos de laboratorio empleados:

Contenido de humedad (W%):

Este término se refiere a la relación entre el peso del agua presente en una muestra de suelo y el peso total de la muestra completamente seca, en %. Puede oscilar desde el 0%, que indica que la muestra está completamente seca, hasta un máximo que no necesariamente llega al 100%. [8].

Esta prueba se ha elaborado de acuerdo con lo que establece la norma ASTM D2216

- **Materiales**

- ✓ Balanza
- ✓ Estufa
- ✓ Espátula
- ✓ Recipiente o tara

- **Procedimiento:**

En este laboratorio, tomaremos 3 muestras de suelo, donde le vamos a registrar su peso a cada uno puestas en las taras, para que después lo podamos llevar al horno por 24 horas.

Al día siguiente, se le debe sacar las muestras y se volvió a pesar, con el objetivo de obtener los resultados para hallar el % de humedad del suelo, obteniéndolo con la fórmula dada: [8].

Análisis granulométrico:

Este ensayo calcula el % de partículas de diferentes dimensiones en un suelo. Para clasificarlas, se utiliza el tamizado. La disposición granulométrica es interpretada gráficamente en una curva granulométrica [9].

- ✓ (Norma ASTM D 422)

- **Materiales**

- ✓ Balanza
- ✓ Juego de tamices
- ✓ Cazoleta y tapa
- ✓ Recipiente lavadero
- ✓ Horno

- **Procedimiento:**

A través del método de lavado donde se tomaron 500 g. de material seco. El proceso implicó lavar la muestra a través de una malla N° 200 hasta eliminar completamente limo y arcilla. Posterior, el material que se retuvo se secó en una estufa durante 24 horas.

Después de este tiempo, se pesó el espécimen y se halló la porción de muestra perdida durante el lavado. El material se tamizó utilizando un conjunto de tamices (desde la malla N°4 hasta la malla N°200), y se pesaron y calcularon los porcentajes de material retenido en cada tamiz.

Luego se halla los pesos retenidos acumulados en porcentaje (%) para seguir con el cálculo de los % pasantes acumulativos en los tamices.

$$\%PASA = 100 - \%PAR$$

Por último, paso se procede a representar en escala semilogarítmica los datos obtenidos en la curva granulométrica [9].

Límites de Atterberg o de consistencia:

A. Atterberg, de procedencia sueca, clasificó los suelos arcillosos en el año 1946 según la influencia de la humedad en su consistencia. Los límites de Atterberg se desarrollan usando suelo que atraviesa por la malla N°40 para conocer su plasticidad.

Límite Líquido (LL):

✓ (ASTM D4318-00)

Este ensayo (en porcentaje) mide el contenido de humedad, donde dicho suelo de estado líquido se traslada a estado plástico en función del peso seco de la muestra.

- **Materiales**

- ✓ Copa casa grande
- ✓ Estufa
- ✓ Tamiz n°40
- ✓ Acanalador
- ✓ Espátula
- ✓ Mortero y mango
- ✓ Balanza
- ✓ Tara

- **Procedimiento:**

Este ensayo se desarrolla mezclando 200 gramos aproximadamente de material que pasaron por el tamiz N°40 con una pequeña cantidad de agua en un recipiente de porcelana hasta obtener una masa homogénea. Se situó la muestra en la Copa de Casagrande y se dividió en dos mitades con la ayuda de un acanalador.

Luego, se giró la manivela del equipo a una velocidad de 2 golpes por cada segundo hasta que la ranura haya cerrado un ½” aproximadamente. Se registró el número de golpes necesarios para cerrar la ranura y se tomó una muestra de suelo para determinar su contenido de humedad. El proceso se repitió dos veces más, aumentando la cantidad de agua en cada caso. Se graficó la curva de flujo en papel semilogarítmico y se determinó el límite líquido (LL) como el valor de contenido de humedad correspondiente a 25 golpes en el gráfico [10].

Límite Plástico (LP):

- ✓ (ASTM D4318-00)

Este ensayo a diferencia del anterior va a pasar de estado semisólido a plástico, en función al peso seco donde la muestra ha sido secada en horno.

- **Materiales**

- ✓ Vidrio
- ✓ Horno
- ✓ Mortero y mango
- ✓ Tamiz N°40
- ✓ Balanza
- ✓ Clavo de 3mm de diámetro

- **Procedimiento:**

Se mezcló una muestra seca que pasó por el tamiz N.º 40 con agua hasta obtener una masa uniforme. Se formó una esfera con la masa y se dividió en tres partes. Se tomó un pedazo de la masa y se enrolló en un vidrio hasta obtener un cilindro de 3 mm de diámetro. Luego, se determinó el contenido de humedad de este cilindro. El proceso se repitió con las otras dos porciones de suelo y, finalmente, se calculó el límite plástico (LP), que es el promedio de los contenidos de humedad W (%) [10].

Clasificación del suelo:

La clasificación del suelo la haremos a través del SUCS (Sistema unificado de clasificación de suelos) [11].

Clasificación de suelos aplicando el método SUCS:

Para la clasificación vamos a considerar lo siguiente:

- a. Fracción en porcentaje que se filtra por el tamiz N° 200
- b. Geometría de la curva granulométrica
- c. Propiedad de compresibilidad y plasticidad

A continuación, se muestra la simbología que usa el método de SUCS:

Tabla 1. Simbología SUCS

G : Grava	(Gravel)	W : Bien graduado.	(well)
S : Arena	(Sand)	P : Mal graduado.	(poor)
M : Limo	(Moh)	H : Alta plasticidad.	(high)
C : Arcilla	(Clay)	L : Baja plasticidad.	(low)
geoxnet.com		O : Orgánico.	(organic)

Fuente: Clasificación del suelo SUCS [11]

A continuación, se presenta los 3 tipos de suelos que considera SUCS:

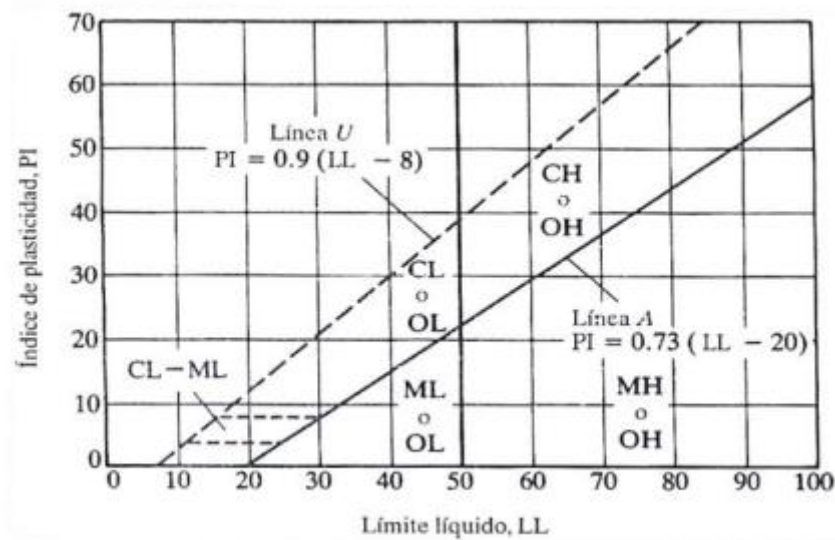
Suelos de grano grueso:

Estos suelos se fraccionan en arenas (S) y gravas (G). Las gravas tienen más sustancias detenidas en el tamiz N° 4, mientras que las arenas se meten por los orificios de dicho tamiz. Ambos se subdividen en cuatro grupos secundarios (GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC) conforme los finos y la geometría que tenga la curva granulométrica.

Suelos de grano fino:

Se considera fino si sus partículas pasan por el tamiz N° 200 en un 50% o más. Los limos son suelos finos con límite líquido e índice de plasticidad inferior de la línea "A" (excepto las arcillas orgánicas). Los suelos finos se dividen en arcillas (C) y en limos (M) según su límite líquido e índice de plasticidad, y a su vez en dos grupos secundarios: bajo (L) o alto (H).

Figura 1. Simbología SUCS



Fuente: Clasificación del suelo SUCS [6]

Grupos CL y CH (constituidos por arcillas inorgánicas)

- a) CL comprende $LL < 50\%$ e $IP > 7\%$.
- b) CH comprende $LL > 50\%$.

Grupos ML y MH (constituidos por limo inorgánicos)

- a) ML comprende $LL < 50\%$ e $IP < 4\%$.
- b) MH comprende $LL \geq 50\%$.

Grupos OL y OH (suelos orgánicos): Las zonas correspondientes son las mismas que la de los grupos ML y MH. Una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que el límite líquido de una arcilla crezca, sin apreciable cambio de su índice plástico.

Fuente: Clasificación del suelo SUCS [6]

Suelos altamente orgánicos

Suelos como el humus y los de pantano no son aptas para elaboración de edificaciones ya que son muy compresibles. Se clasifican en el grupo Pt.

Tabla 2. Clasificación SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	MÁS DE LA MITAD DE LAS MÁS PEQUEÑAS VISIBLES A SIMPLE VISTA. GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	GW Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5% GW, GP, SW, SP; más del 12% GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles ** COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. $Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW. LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. $Cu = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.		
		GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	GM Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo			
		GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	GC Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla			
		ARENAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	SW Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.			
		ARENAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	SP Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.			
		ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.			
		ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	SC Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.			
		SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50		ML Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)
					CL Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
					OL Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.					
	CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.					
	OH Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.					
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P Turbas y otros suelos altamente orgánicos.					

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA - LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS. POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
 ⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE. LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Fuente: Clasificación del suelo SUCS [6]

Resistencia a compresión:

Forma en que un material se comprime se evalúa con la fuerza que se requiere para hacer que el material se deforme. Para medir esta fuerza se utiliza una máquina de ensayo a compresión en un laboratorio, donde se aplican diferentes cargas al material hasta que se produce la falla del mismo, momento en el que se registra la carga máxima. Además,

es viable medir la cantidad de anomalía del material utilizando un deformímetro, que mide la deformación a intervalos de carga durante el ensayo.

Para lograr óptimos resultados, debemos seguir lo que manda la NTP. 399.613-339.604 [12]. El objetivo de este ensayo es calcular la resistencia de un bloque de adobe cuando se somete a una carga uniaxial hasta su ruptura.

Se utilizaron cubos labrados con una dimensión de arista de 10 cm, que es la menor dimensión posible para estos bloques. Se ensayaron 6 cubos para cada porcentaje de adición, y las pruebas se realizaron en la máquina Universal Católica Santo Toribio De Mogrovejo.

Este ensayo se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{W}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

- C = resistencia a compresión del espécimen (Kg/cm²)
- W = Carga máxima aplicada (Kg)
- A = Promedio de las áreas brutas superior e inferior (cm²)

Resistencia a flexión:

Son las deformaciones que sufre un elemento estructural de apariencia alargada en orientación perpendicular con respecto al eje longitudinal. Le decimos “Prolongado” ya que se da ya que una dimensión es dominante a comparación de las otras. Como ejemplo tenemos las vigas, ya que estas trabajan por flexión gracias a su diseño específico.

✓ N.T.P 339.078 [13].

Los objetos que se utilizaron en la prueba de flexión se comportaron como vigas pequeñas que estaban apoyadas y donde se ejerció una fuerza concentrada en un punto central. Para realizar la prueba, se utilizaron muestras y una máquina de ensayo a flexión en el Laboratorio. El método consistió en colocar el objeto de prueba en su base de apoyo, y aplicar una fuerza en el centro hasta que el adobe falle. Se debe tener en cuenta el registro de carga máxima.

Este ensayo se calcula con lo siguiente:

$$S = \frac{3W * L}{2b * d^2} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

- S = Resistencia a flexión del espécimen (Kg/cm²)
- W = Carga máxima aplicada (Kg)
- L = Distancia entre apoyos (cm)
- b = Ancho promedio del espécimen en el plano de falla (cm)
- d = Espesor promedio del espécimen en el plano de falla (cm)

Absorción de agua:

La absorción del agua es medida a través del porcentaje total de agua que se incorpora al adobe siendo este su significado. Se puede determinar con el peso del bloque de adobe seco sin presencia de agua, para luego registrar el peso nuevamente pero después de estar sumergido 24 horas, calculando con ello el porcentaje total de agua que es absorbida.

Para lograr óptimos resultados, debemos seguir lo que manda la NTP. 399.613. (2003)

A fin de llevar a cabo la prueba de absorción, se realizaron los posteriores pasos: En primer lugar, se secaron los objetos de prueba en un horno a una temperatura de entre 110 °C y 115°C durante al menos dos horas. Luego, se colocaron los objetos de prueba en un ambiente ventilado a una temperatura de 24°C +- 8°C durante cuatro horas para determinar su peso en seco. Finalmente, se hundieron los bloques de adobe en agua potable fría durante 24 horas [12].

$$A = \frac{100 * (W_s - W_d)}{W_d} \dots \dots \dots (8)$$

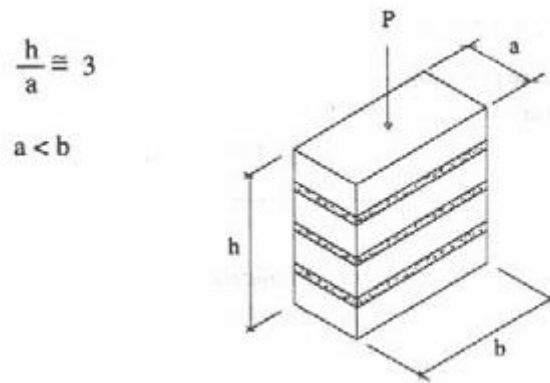
Donde:

- A = Absorción (%)
- W_s = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría (Kg)
- W_d = Peso del espécimen (Kg)

Ensayo de Compresión Muretes o pilas:

Este ensayo se realizará bajo la normativa Peruana E.080 y se aplicará a 6 muretes conteniendo 3 bloques de adobe para cada murete.

Figura 2. Representación gráfica para Compresión (pilas). Muretes de adobe



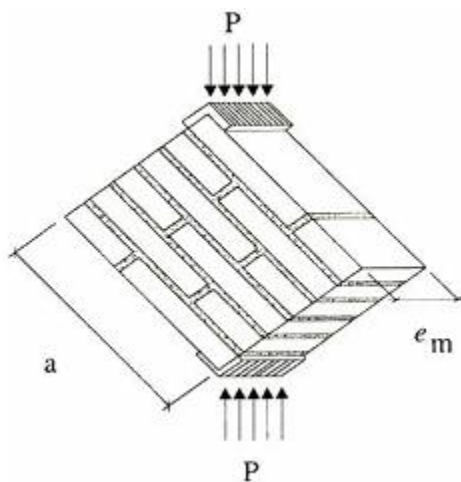
Fuente: Clasificación del suelo SUCS [4]

f'_m = Esfuerzo de compresión admisible del murete = $P / a \times b$

Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta:

Este ensayo se realizará bajo la normativa Peruana E.080 y se aplicará a 6 muretes conteniendo 10 bloques de adobe para cada murete.

Figura 3. Representación gráfica para compresión o tracción indirecta de muretes



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

Esfuerzo admisible de corte $v_m = 0,4 f'_t$

Fuente: Clasificación del suelo SUCS [4]

Bases legales:

N.T.P E-080:

Esta normativa se basa en el diseño, construcción, si en caso se requiera también en reparación y reforzamiento de viviendas que hagan uso de la tierra reforzada, teniendo en

cuenta la durabilidad, seguridad, económica y sobre todo que brinde confort a las personas que lo habitan [4]

N.T.P 399.613-339.604:

En esta normativa nos brindan los pasos a seguir para realizar correctamente los ensayos de compresión, donde nos explican el control de calidad para las unidades de albañilería [12].

NTP. 339.078:

En esta normativa nos brindan los pasos a seguir para realizar correctamente los ensayos de flexión [13].

ASTM D 2216:

En esta prueba determina en los laboratorios el contenido de humedad, de suelos que en este caso lo aplicaremos, pero también calcula de rocas y entre otras masas [6].

ASTM D 422:

En esta prueba va a calcular las diferentes masas de suelo calculadas en porcentajes pasando por los diversos tamices, hasta llegar al N°200 que en este caso es la malla de 74mm [14].

ASTM D4318-00:

En esta prueba nos va a permitir hallar tanto el límite líquido como el límite plástico del suelo aplicando una serie de pasos explicados en este ensayo [15].

Materiales y métodos

Método:

La metodología trabajada de este estudio fue la descriptiva, ya que se da a entender los diferentes pasos y métodos que ayudaron con el desarrollo y determinación de los cambios en las características mecánico-físicas del adobe elaborado tradicionalmente frente a los adobes que se le incluyó viruta de tallo de café.

Tipo y nivel de investigación

- **Según su propósito:**

Según su propósito esta investigación trabajó con el tipo de estudio aplicativo, ya que se evaluaron los parámetros y datos que sirvieron con diseño y preparación del adobe, con el objetivo brindar edificaciones a bajo costo a poblaciones especialmente rurales.

- **Según el diseño de investigación:**

Se desarrolló como investigación Experimental, ya que se hace uso de los resultados de una gama de ensayos como la compresión, flexión y absorción de agua, el cual evaluó sus propiedades con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, cumpliendo con los objetivos de esta investigación.

Pregunta de investigación

¿Cómo influye la incorporación de viruta de tallo de café en las propiedades mecánicas y físicas en la elaboración del adobe?

Hipótesis

Las propiedades físico-mecánicas del adobe elaborado con viruta de tallo de café influyen positivamente en su elaboración, aumentando su resistencia a la compresión y flexión, y disminuyendo su porcentaje de absorción de agua.

Diseño para contrastar la hipótesis

El desarrollo de esta investigación fue experimental, el cual se realizó ensayos mecánicos y físicos al adobe con la inclusión de un material innovador que en este caso es viruta de tallo de café, con la finalidad de obtener mejoras o valores iguales a los que nos establece la NTP E-080 tanto en sus características de pruebas de compresión, flexión y los porcentajes de absorción. Para lograrlo se tuvo planteado utilizar diferentes

porcentajes de viruta en la elaboración del adobe 2%, 3% y 5%, el cual podrá ser empleado en la construcción de viviendas de este material para familias que deseen una edificación duradera y de calidad, pero con bajo presupuesto.

Variable independiente: Viruta de tallo de café

Variable dependiente: Propiedades mecánicas y físicas para uso de viviendas de adobe.

Población

En esta investigación, la población estuvo compuesta por el total de adobes hechos, en este caso cuenta con 360 adobes elaborados de la manera tradicional y hechos con porcentajes de viruta de tallo de café.

Muestra

Para este caso la muestra estuvo dada por 198 adobes para cada tipo de porcentaje con viruta de tallo de café (2%, 3% y 5%), adicionando también 162 muestras más para la forma tradicional, lo cual está más detallado la tabla 3.

Tabla 3. Muestra de bloques de adobes totales

TIPO DE ADOBE	ENSAYOS	Total de bloques de	PORCENTAJE DE VIRUTA DE TALLO DE			
			0%	2%	3%	5%
Adobe tradicional con adición de paja	Resistencia a la compresión	6	X			
	Resistencia a la flexión	6	X			
	Porcentaje de absorción	6	X			
	Ensayo de Compresión Muretes	18	X			
	Ensayo de compresión diagonal	126	X			
TOTAL DE MUESTRA		162				
Adobe tradicional con adición de viruta de tallo de café 2%	Resistencia a la compresión	6		X		
	Resistencia a la flexión	6		X		
	Porcentaje de absorción	6		X		
	Ensayo de Compresión Muretes	-			A la mejor dosificación	
	Ensayo de compresión diagonal	-			A la mejor dosificación	
TOTAL DE MUESTRA		18				
Adobe tradicional con adición de viruta de tallo de café 3%	Resistencia a la compresión	6			X	
	Resistencia a la flexión	6			X	
	Porcentaje de absorción	6			X	
	Ensayo de Compresión Muretes	-			A la mejor dosificación	
	Ensayo de compresión diagonal	-			A la mejor dosificación	
TOTAL DE MUESTRA		18				
Adobe tradicional con adición de viruta de tallo de café 5%	Resistencia a la compresión	6				X
	Resistencia a la flexión	6				X
	Porcentaje de absorción	6				X
	Ensayo de Compresión Muretes	18			A la mejor dosificación	
	Ensayo de compresión diagonal	126			A la mejor dosificación	
TOTAL DE MUESTRA		162				
TOTAL DE MUESTRA CON VIRUTA		198				
TOTAL		360				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla previa se puede notar el total de muestras de bloque de adobe que se hizo uso para realizar esta investigación, dando un total de 228 bloques de adobe.

Tabla 4. Muestra de bloques de adobes totales

ENSAYOS MECANICOS				
Ensayo	Muestra Patrón	Adición de viruta de tallo de café 2%	Adición de viruta de tallo de café 3%	Adición de viruta de tallo de café 5%
Resistencia a la compresión	6	6	6	6
Resistencia a la flexión	6	6	6	6
Total de Muestras		48		
Resistencia a la Compresión de Murete		Resistencia a la Compresión diagonal de		
Muestra Patrón (0%)	Con la mejor dosificación	Muestra Patrón (0%)	Con la mejor dosificación	
6	6	6	6	
Total de muestras	12	Total de muestras	12	
Total de unidades	36	Total de unidades	252	
ENSAYOS FISICOS				
Ensayo	Muestra Patrón	Adición de viruta de tallo de café 2%	Adición de viruta de tallo de café 3%	Adición de viruta de tallo de café 5%
Porcentaje a la absorción	6	6	6	6
Total de Muestras		24		
Total de Muestras		360		

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se muestra de forma más detallada los números de bloques de adobe que se hizo uso en esta investigación, por ejemplo, tenemos que para los ensayos mecánicos se empleó 48 bloques de adobe, para las pilas de adobe un total de 36 unidades, para muretes un total de 252 adobes, y para los ensayos físicos un total de 24 bloques de adobe, llegando consigo al total de 360 bloques de adobes.

Criterios de selección

Los criterios que se ha considerado para determinar las muestras de prueba han sido de forma al azar, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Que el bloque de adobe haya sido lo más homogénea en sus características físicas, ya que se tuvo variantes de porcentajes con el uso de viruta de tallo de café, el cual se debió tener cuidado para lograr obtener los resultados correctos, y brindar la información correcta.

- Es importante que la muestra que se eligió no haya contado con fisuras, ya que esto iba a influir mucho en sus propiedades mecánicas.
- Se cumplió con los días de secado del adobe para realizar los ensayos.

Los criterios de diseño tomados en esta investigación, también se ve vista y aplicada en los diferentes antecedentes obtenidos, el cual hacen uso de un porcentaje en la mezcla para la elaboración del adobe, a continuación, se brindó las recopilaciones más importantes:

- Mantilla, en su investigación hace uso de viruta y caucho en un 2%, 3% y 5% para la preparación de la mezcla para adobe, el cual realizando los diferentes ensayos propuestos se logra determinar la mejora tanto de las características mecánicas como físicas [6].
- Briceño y Marcos, en su investigación dio a conocer la variación que puede existir en las propiedades físico-mecánicas del adobe, añadiéndole a la mezcla un porcentaje de fibra de vidrio tipo E, 0%, 3%, 5% y 7%. Al momento de llevar las muestras a los laboratorios, se ha determinado que la fibra de vidrio tipo E mejoró las propiedades físicas y mecánicas, logrando con el objetivo de la investigación [14].
- Báez, nos menciona que ha empleado la fibra de queñoa como una adición en la elaboración del adobe. Trabajando igualmente que los anteriores artículos con diferentes porcentajes, 0.8% 1.5% y 3.2%. Y al igual que los otros artículos logró obtener buenos resultados en cuanto las propiedades mecánicas y físicas del adobe [15].

Operacionalización de variables: Objetivo de estudio: Bloque de Adobe.

Tabla 5. Muestra de bloques de adobes totales

VARIABLES Tipo	Descripción	INDICADOR	UNIDAD DE MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD	MÉTODO DE MEDICIÓN
Independiente	Viruta de tallo de café	Porcentaje de Viruta de tallo de café	% en peso	2% de viruta de tallo de café	Balanza
				3% de viruta de tallo de café	Balanza
				5% de viruta de tallo de café	Balanza
Dependiente	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Kg/cm2	...	N.T.P 399.613-339.604. NTP E-080
		Resistencia a la flexión	Kg/cm2	...	NTP. 339.078.- NTP E-080
	Propiedades Físicas	Absorción de agua	(%)	...	N.T.P 399.613
Intervinientes	Materiales	Suelo para adobe	(%)	Contenido de humedad	ASTM D 2216
				Análisis granulométrico	ASTM D 422
				Límite líquido	ASTM D4318-00
				Límite plástico	ASTM D4318-00
				índice de plasticidad	NTP E-080
		Agua	Litros	...	Galón 20L
Viruta	% peso	...	Balanza		

Fuente: Elaboración propia

Técnica e instrumentos de recolección de datos

Investigación científica

Ayudándose de esta técnica, lo primero que se hizo es la observación, por lo que permitió comprender como puede darse el comportamiento en las variables al momento de manipular nuestra variable independiente. Lo siguiente fue considerar una investigación con experimentos, ya que es lo que se aplicó al objetivo de este estudio para observar los resultados en los diferentes porcentajes de la variable, prosiguiendo con esto se hizo el análisis de resultados.

Unidad de estudio

En esta investigación se trabajó con bloques de adobe.

- **Instrumentos utilizados**

- ✓ Se trabajó con del Reglamento Nacional de Edificaciones
- ✓ Se hizo uso de las diferentes Normas Peruanas.
- ✓ Además, se usó normas Internacionales

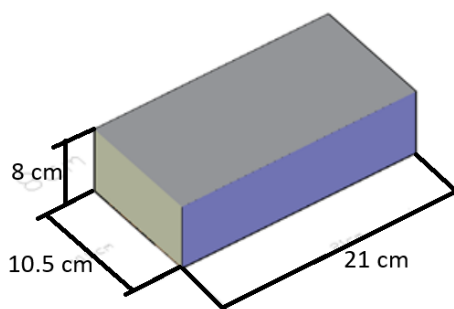
- **Dimensiones del bloque de adobe elaborados en este estudio**

En cuanto a sus medidas se recurrió a la NTP E-080, el cual, para esta investigación de estudio, se consideró lo siguiente:

- ✓ Largo: 21cm
- ✓ Ancho: 10.5cm
- ✓ Espesor: 8cm
- Y para los ensayos de compresión se realizó adobes de 9cm de arista

Estas medidas están cumpliendo con la normativa E-080 ya que el largo del bloque de adobe debe ser 2 veces la medida del ancho.

Figura 4. Muestra de bloques de adobes totales



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento de la investigación

A continuación, se detalló los pasos seguidos que ayudaron a lograr los objetivos dados, para ello se ayudó de Fases para lograr su máxima comprensión, el cual se detallaron a continuación:

- FASE I: Adquisición de la muestra del suelo (Material)

- FASE II: Obtener las propiedades físicas del suelo.

- FASE III: Preparación de bloques de adobe.
 1. Tamizado del suelo
 2. Obtención, dosificación y caracterización de la viruta de tallo de café
 3. Mezclado
 4. Encofrado y desencofrado
 5. Secado y almacenado

- FASE IV: Obtención de las propiedades mecánicas y físicas de los bloques de adobe.
 1. Ensayo a compresión
 2. Ensayo a flexión
 3. Absorción de agua
 4. Ensayo de Compresión Muretes
 5. Ensayo de compresión diagonal

- FASE V: Comparación de los resultados de los diferentes ensayos, entre la variación que pueda darse de un adobe tradicional frente a los adobes que contienen viruta de tallo de café.

- FASE VI: Elaboración de trípticos informativos.

Ubicación de la zona de obtención del material

De todas las adoberas existentes en la región de Lambayeque se seleccionó la adobera que se encuentra en Tután, ya que cumplió con todos los ensayos de suelo correspondientes a la Normativa vigente E-080 de diseño y construcción con tierra reforzada.

Figura 5. Ubicación de la adobera de estudio



Fuente: Google Maps

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Tután

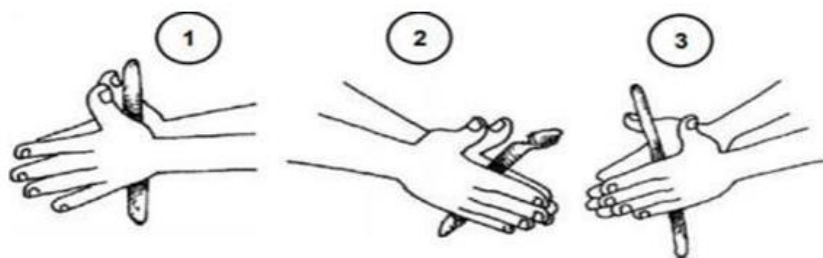
FASE I: Selección de material (tierra):

Pruebas en campo:

Prueba del rollo o prueba de plasticidad:

Acá lo que se hizo es formar un cilindro con la tierra húmeda que se va a trabajar para realizar los adobes, haciendo movimientos con fricción con las palmas de las manos, hasta que se distingue ver un diámetro de 2cm. Dicho cilindro hecho del barro, no debe presentar fisuras cuando se está moldeando entre los 5cm-15cm ya que esto es una señal que tiene buenas proporciones de arcilla y arena idóneo para la elaboración del adobe. Caso contrario si la tierra muestra fisura antes o después del rango se le debe añadir un poco de arcilla si esta se fisura antes de los 5cm, si se fisura después de los 15 es conveniente agregarle arena.

Figura 6. Muestra de bloques de adobes totales



Fuente: Tesis [16]

Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

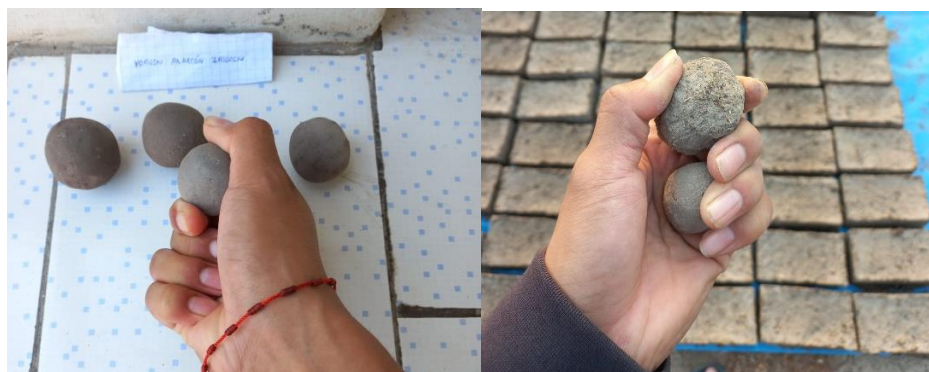
En este ensayo de campo se hicieron 4 bolitas de barro con el fin de ver si tiene buena resistencia antes de hacer los ensayos de laboratorio. Para esto se hizo bolitas de 2cm de diámetro aproximadamente y se dejó durante 48 horas. Transcurrido este tiempo se aplastó con el pulgar fuerte, para ver si se rompe con facilidad. En este caso no se rompieron lo que indica que tiene buena cantidad de arcilla y arena y por ende es apta para el desarrollo de la investigación.

Figura 7. Muestra de bolitas de barro



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Resultado de bolitas de barro in situ



Fuente: Elaboración propia

Obtención de las propiedades físicas del suelo

Contenido de humedad:

Como primer paso se extrajo una muestra representativa del suelo de adobe que se quería analizar. Esto se realizó tomando varias muestras en diferentes lugares del área de estudio y mezclándolas adecuadamente para obtener una muestra homogénea, es por ello que se llevó una muestra al laboratorio de la cantera seleccionada anteriormente.

Luego de esto se pesó una cantidad determinada de suelo fresco usando una balanza precisa. Este peso se registró para su posterior referencia, dando un total de 1475.12 gr. Además, se pesó la tara donde va la muestra, dando un total de 80.1 gr.

Figura 9. Muestra inicial de tierra húmeda– contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se colocó la muestra de suelo en el horno a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$. El propósito de esto era eliminar toda la humedad presente en el suelo y secarlo por completo.

Figura 10. Horno



Fuente: Elaboración propia

Después de 24 horas en el horno, se retiró la muestra de suelo y se dejó enfriar a temperatura ambiente, para luego tomar el peso después del horno, teniendo el peso seco de la muestra en un total de 1309.44 gr.

Figura 11. Ensayo de contenido de humedad – peso de muestra de tierra



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se halló el contenido de humedad del suelo utilizando la fórmula especificada anteriormente.

Gravedad o peso específico:

Para este ensayo se necesitaba una muestra de suelo seco ya pasada por el horno. Se trituró la tierra para eliminar grumos grandes.

Figura 12. Materiales para trituración



Fuente: Elaboración propia

Para gravedad específica se tamizó la muestra, y se utilizó la que pasaba por la malla N°4, se registró un total de 50 gr.

Figura 13. Proceso de tamizado



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Gravedad específica - Peso a utilizar de muestra



Fuente: Elaboración propia

Luego, se registró el peso de la fiola, dando 89.71 gr. y se procedió a incorporar agua destilada en ella hasta la línea señalada, registrando también el peso, que en este caso dio 338.91 gr.

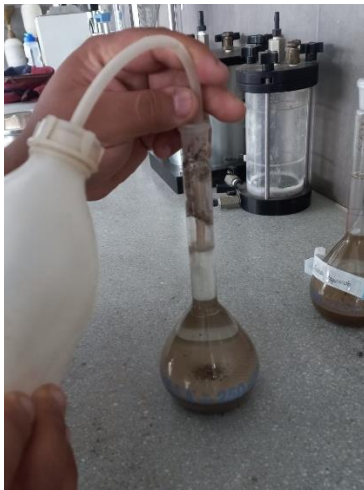
Figura 15. Agua destilada en la fiola



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se introdujo la muestra de suelo seco en la fiola, llenándose con agua destilada completamente hasta la línea marcada.

Figura 16. Incorporación del suelo + agua



Fuente: Elaboración propia

Después de asegurarse de que no haya burbujas de aire en el picnómetro, se pesó nuevamente para obtener el resultado de la fiola, la muestra y agua, en este caso resultó un valor de 367.97 gr.

Figura 17. Liberación de burbujas presentes



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Registro de: peso de la muestra de suelo + agua + fiola



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se calculó la gravedad específica con los datos obtenidos.

Ensayo de granulometría:

Lo que primero se hizo fue separar una porción de muestra seca, y se le saturó agua, dejándolo reposar por 24h, para luego lavarla por la malla N°200 y se registró su peso con un total de 173.79 gr de muestra húmeda, el cual se le metió al horno por 24h y se anotó el peso seco dando 141.38 gr. Para su posterior tamizado.

Figura 19. Saturación y lavado del suelo



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Registro de la muestra seca (peso)



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Límites de Atterberg:

Para este ensayo se separó muestra del fondo de la granulometría, donde ya ha sido triturada y mezclada para asegurar la distribución homogénea de las partículas del suelo.

Luego, se agregaba agua gradualmente a la muestra en el recipiente y se mezclaba cuidadosamente con una varilla de agitación hasta obtener una pasta homogénea. Se continuaba agregando agua hasta que la muestra se volviera plástica y moldeable. Para luego dejarla reposar un día o algo más.

Figura 21. Obtención de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Preparación hasta tener una mezcla plástica y homogénea



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Reposo de la muestra por 24 horas



Fuente: Elaboración propia

Límite líquido:

A partir de aquí, se procedió a realizar el ensayo del límite líquido. Se tomó una pequeña porción de muestra de suelo y se colocó en el dispositivo de Casagrande ya calibrada. Se inclinó el dispositivo ligeramente y se empezó a golpear la placa suavemente. Se anotó la cantidad de golpes necesarios para que la ranura del centro de la muestra de suelo se cerrara.

Figura 24. Colocación de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Después de obtener el número de golpes necesarios, se repitió el procedimiento con diferentes contenidos de humedad de la muestra, añadiendo o eliminando agua según fuera necesario. Se repitió el ensayo en cada contenido de humedad y registrando los valores tanto del peso de las taras y con la muestra.

Figura 25. Toma de resultados de forma manual



Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Muestra humedad



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Peso de tara (w)



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Peso de tara + muestra

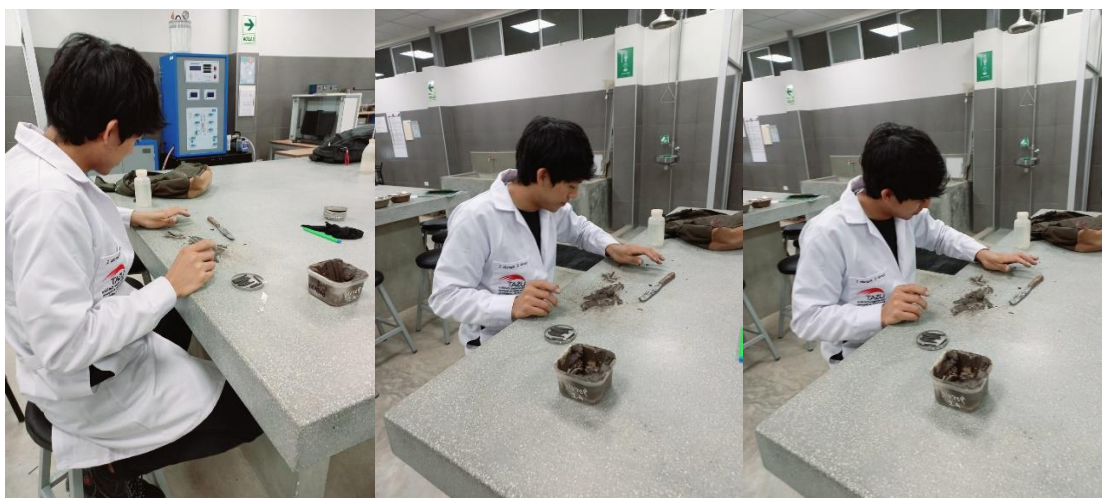


Fuente: Elaboración propia

Límite Plástico:

El siguiente paso fue determinar el límite plástico. Para ello, se tomaba una porción de la muestra de suelo del recipiente y se amasaba hasta que adquiriera una consistencia plástica. Se formaba un cilindro de 3 mm de diámetro y unos 38 mm de longitud y se dividía en dos partes. Estas dos partes se unían y se volvían a amasar varias veces hasta obtener una consistencia uniforme.

Figura 29. Elaboración de cilindros de 3mm de diámetro



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Resultado del peso de los cilindros + tara (w)



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se dejó secar en un horno durante un período de tiempo específico. Después de la desecación, se volvía a pesar la tara con la muestra una vez seca anotando su peso final.

Figura 31. Registro de pesos para límite líquido - muestra seca + tara (w)



Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Registros de pesos para Límite plástico - muestra + tara (w)



Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos, se podían calcular los límites líquido y plástico del suelo para tener un mejor entendimiento de sus características físicas. Estos datos eran fundamentales para evaluar la idoneidad del suelo para la construcción de estructuras de adobe y para determinar qué medidas o modificaciones podrían ser necesarias.

Obtención y dosificación de la viruta del tallo de café:

- Ubicación de la extracción del tallo de café:

Figura 33. Ubicación de la obtención del tallo de café



Fuente: Google Maps

- ✓ Departamento: Cajamarca
- ✓ Provincia: Jaén
- ✓ Distrito: Colasay
- ✓ Caserío: Lirio

Este material se obtuvo de la localidad de Jaén, ya que allí se encuentra a facilidad tallos de café, obtenido de las podas anuales, luego se mandó a cualquier centro de carpintería que lo hagan viruta con una máquina llamada Garlopa.

Figura 34. Tallo de café



Fuente: Elaboración propia

Proceso de pasar de tallo de café a viruta:

En cuanto a esto, se consiguió el material, para después llevarlo a una carpintería donde cuentan con la máquina garlopa, que es ideal para realizar la viruta de cualquier madera. En este caso se recolecto la mayor cantidad de tallos que ya hayan sido podados de plantón antiguo de café, para su rehúso como material adicional para la realización de adobes.

Figura 35. Proceso de tallo a viruta



Fuente: Elaboración propia

Una vez que el tallo se metió a la máquina, esta arrojó viruta de tamaños que no sobrepasan los 4cm, como se muestra a continuación

Figura 36. Resultado final de viruta



Fuente: Elaboración propia

Caracterización de la viruta del tallo de café:

La caracterización de la viruta del tallo de café se presentó mediante una ficha técnica, la cual fue realizada por el laboratorio físico químico ambiental Perú. Ubicado en la localidad de Trujillo.

Para los resultados de las composiciones químicas es necesario saber, los contenidos mínimos químicos de la madera, que son: En composición media se compone de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y el 2% restante de nitrógeno (N) y otros elementos [17].

Figura 37. Imágenes durante la caract. Física-química de la viruta



Fuente: Elaboración propia

Además, que se realizó lo siguiente:

Densidad de la viruta de tallo de café:

Para este ensayo se utilizó una probeta, donde se le sacó su diámetro y altura, y se le llenó de viruta, para poder sacar el peso. Cabe recalcar que se debe sacar también el peso de la probeta vacía y llena de viruta. Registrando el peso de la probeta vacía de 228.14 y el peso con viruta llena fue de 352.95. con estos datos podemos sacar la densidad de la viruta.

Figura 38. Peso de probeta



Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad de la viruta de tallo de café:

Para este ensayo se separó una porción de muestra de viruta, que en este caso pesó 133.50 gr, y se le saturó de agua, dejándolo por 6 horas. Luego se registró el peso nuevamente para saber el contenido de humedad de la viruta, que resultó la muestra mojada un total de 165.06 gr.

Figura 39. Resultado de viruta seca



Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Saturación de agua



Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Resultado final de viruta saturada



Fuente: Elaboración propia

Granulometría de la viruta del tallo de café

Para la granulometría se pesó una porción de viruta de tallo de café para que luego pueda ser tamizado por las diferentes mallas iniciando por la malla N°3” hasta la malla N°6.

Figura 42. Peso de viruta de tallo de café



Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Tamizado



Fuente: Elaboración propia

Dosificación de la viruta del tallo de café

En cuanto la dosificación, se tuvo en cuenta los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café (2%, 3% y 5%) teniendo en cuenta el peso de los componentes que conforman cada bloque de adobe.

Para ello se ha identificado el peso total de un adobe solo con barro, y así se pudo lograr la cantidad de peso que tocaría para cada porcentaje de viruta.

Figura 44. Adoberas a trabajar



Fuente: Elaboración propia

Luego de que se preparó la mezcla, se agregó al molde para saber la cantidad que se usa para un adobe, y posterior se pesó esa cantidad

Figura 45. Peso de la muestra de adobe en campo



Fuente: Elaboración propia

Dando como resultado lo siguiente para cada porcentaje de viruta de tallo de café:

Tabla 6. Dosificación por adobe para cada porcentaje de viruta

Dosificación de la viruta de tallo café		
Peso en Kg de tierra	% a utilizar de	Peso en Kg de viruta de tallo de café
4039 gr	2%	81 gr
4039 gr	3%	121 gr
4039 gr	5%	202 gr

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se muestra que la dosificación de viruta para el adobe integrado con 2% fue de 81 gr. Para 3% fue de 121 gr de viruta, y para 5% dio un total de 202 gr de viruta de tallo de café.

Figura 46. Peso para 2% de viruta



Fuente: Elaboración propia

Elaboración de los bloques de adobe con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café:

Para preparar el barro se eliminó las piedras y vegetación presentes en las muestras de suelo, con el fin de la obtención de una tierra limpia, que sirvió para una mejor muestra.

Luego se realizó la mezcla tanto con la paja y la viruta, el cual consistió con la porción de tierra y agua respectivamente. Para la mezcla, lo primero que se realizó es que se hizo un hoyo donde iba a ir la tierra y el agua, con el fin de que no se rebalsara y ayude a que el agua penetre toda la tierra. Para luego proceder a mezclar con ayuda de los pies y una pala, y así lograr una mezcla uniforme.

Figura 47. Mezcla de la tierra



Fuente: Elaboración propia

Luego se dejó reposar por 48 horas, aplicando lo que nos dice la Norma E-080, donde señalan que es necesario dejarlo este tiempo para que el agua penetre toda la mezcla, el cual llaman como “dormido”, donde señala la importancia, ya que las partículas de arcilla se activan en este tiempo, y todo este es previo al mezclado de la paja, y mismo método para la viruta de tallo de café.

Figura 48. Dormido de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Mezclado de los materiales para el adobe:

Luego del dormido, se procedió a la etapa de la elaboración de los bloques de adobe. Se inicia agregando la máxima cantidad de agua que es 20% del total de tierra según la norma E-080, ya que si sufre de exceso pueden fisurar a los adobes una vez secados.

Después de esto ya se procedió a agregar los diferentes porcentajes de viruta previamente pesados (2%, 3% y 5%) el cual se mezcló para dejarlo homogéneamente. De la misma manera se hizo para la muestra patrón, el cual consistió en agregar paja de 5 a 8cm con el fin de evitar las grietas o fisuras posteriores.

Figura 49. Muestra de barro + viruta de tallo de café



Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Mezcla de la muestra de barro + paja



Fuente: Elaboración propia

Encofrado y desencofrado:

Para el encofrado se usaron moldes de adobes, que tengan las medidas ya especificadas:

- Molde para compresión: 10x10x10 cm
- Molde para los demás ensayos: 21x10.5x8 cm

Figura 51. Moldes de madera



Fuente: Elaboración propia

Se sitúa la mezcla en moldes adecuados, asegurándose de llenarlos por completo sin necesidad de añadir más mezcla. Para facilitar el desmolde, se aplicó aceite en el perímetro de contacto entre el molde y la mezcla. Se eliminó el exceso de mezcla

utilizando una regla de madera. Se fabricaron adobes de prueba para tener en cuenta la contracción del molde de adobe durante el secado. Luego retirar el molde con cuidado.

Para esta investigación se realizó primero las muestras de 2%, 3% y 5% respectivamente.

Figura 52. Encofrado y desencofrado de las muestras hechas con viruta



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Encofrado y desencofrado de las muestras de adobe de paja



Fuente: Elaboración propia

Secado de los adobes:

Para secar los adobes, se utilizaron superficies horizontales, limpias y libres de materias orgánicas o sales. Los adobes se situaron en un área cubierta evitando la

exposición al sol en los primeros días de su elaboración, ya que esto podría ocasionar que se agrieten, como se observa en la figura 68, esta se usó plástico para cubrirlo del suelo.

Figura 54. Secado de las muestras



Fuente: Elaboración propia

Luego de 3 días desde el punto de desencofrado se almacenaron los adobes de canto, para seguir con el secado homogéneo. La duración del secado fue de 28 días como manda la norma E-080.

Figura 55. Secado tras 3 días



Fuente: Elaboración propia

Esfuerzo de adobe:

Para ver el esfuerzo del adobe in situ se hizo algunas pruebas para verificar su calidad, entre las que se hizo fueron:

- Ver que no deben presentar grietas ni deformaciones
- También se verificó la resistencia del adobe realizado con el peso de una persona apoyándolo en dos adobes y una distancia de 5cm mostrado en la figura 71.

Figura 56. Esfuerzo de adobe



Fuente: Elaboración propia

Determinar las propiedades mecánicas y físicas del adobe:

Ensayo a la resistencia de compresión:

Para este ensayo se realizó 6 muestras para cada dosificación, tanto de paja y de los porcentajes de viruta. El cual se procedió a tomar las medidas con ayuda del Vernier y sus pesos respectivos de cada bloque de adobe.

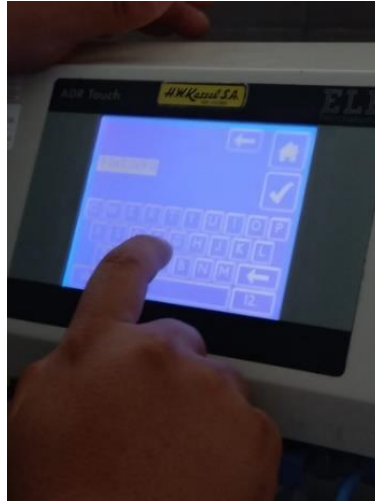
Figura 57. Toma de medidas y pesos de los adobes



Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a configurar la maquina compresora y se introdujeron cada una de las muestras colocando siempre al centro, se le aplicó la carga donde fue incrementando gradualmente hasta que el adobe presentara deformaciones o ruptura, y después de que alcanzó su máxima resistencia a la compresión se registró la carga en Kgf. Al terminar se tenía que recoger los residuos para dejar limpio el laboratorio.

Figura 58. Configuración de la máquina compresora



Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Resultados y tipo de ruptura tras el ensayo de compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 60. Eliminación del material después del ensayo



Fuente: Elaboración propia

Ensayo a la resistencia de Flexión:

Para este ensayo de igual manera se usaron 6 muestras para cada dosificación, las cuales ayudándose de un vernier se registró las medidas de cada uno.

Luego se procedió a medir en 3 partes iguales a lo largo, que serviría para colocar bien los apoyos y la carga central.

Figura 61. Toma de medidas de los adobes



Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Adobes para el ensayo de flexión



Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió hacer el ensayo colocando los apoyos y un apoyo superior en el centro de la luz del adobe para recibir la carga.

Figura 63. Colocación del adobe y apoyos



Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Registro de cargas y tipo de ruptura de ensayo de flexión



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de absorción y/o succión del agua:

Para este ensayo se sacó los pesos del adobe y las medidas, las cuales se le sumergió en el agua por 24 horas, el cual se pudo observar que los adobes en este punto se deshacen. Para que no quede un vacío en este ensayo se realizó las pruebas de succión, el cual se preparó los materiales como se observa en la figura 65.

Luego se prosiguió a verter agua hasta que quede 3mm arriba de los apoyos donde va a ir colocado el adobe.

Figura 65. Materiales para el ensayo de succión + 3mm de alto de agua



Fuente: Elaboración propia

Luego se procede a pesar el adobe seco y a sacar las medidas para cada dosificación: paja, 2%, 3% y 5% de viruta de tallo de café.

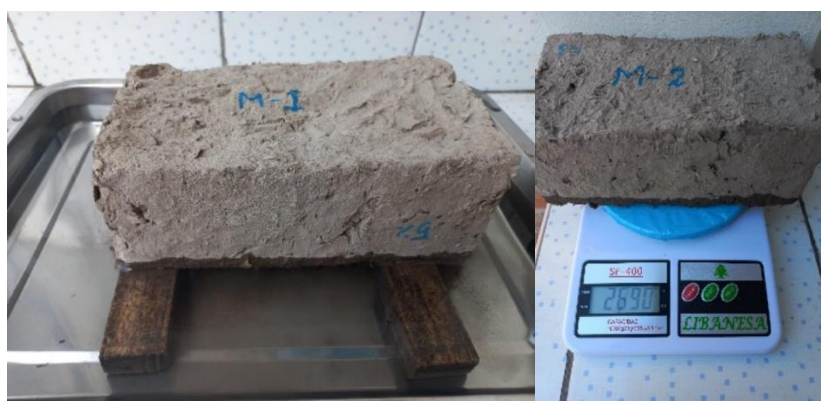
Figura 66. Toma de medidas y pesos de los adobes



Fuente: Elaboración propia

Luego se prosiguió a colocar el adobe en los apoyos asegurándose que el agua estaba 3mm y se deja durante un minuto para luego pesarlo.

Figura 67. Ensayo de succión + toma de pesos



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción:

Siguiendo con este ensayo, lo primero que se hizo es prepara el barro de la misma cantera que de los adobes, y dejarlo por 48 horas para consiguiente pegar 2 adobes, siendo un total de 6 bloques. Para esta mezcla se usó como mezcla barro, agua y viruta de tallo de café, para que tenga consistencia y ayude al pegado del mortero y el adobe, como se observa en la siguiente imagen:

Figura 68. Pegado de adobes para ensayo de mortero



Fuente: Elaboración propia

Luego del pegado de 1.5cm de espesor, se dejó secar hasta para los 28 día de secado. Pasado este tiempo, se metió los adobes a la máquina compresora de manera vertical, para medir el esfuerzo a tracción del mortero.

Figura 69. Ensayo de tracción del mortero



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Compresión. Muretes de adobe:

Para este ensayo lo que se hizo es preparar pilas donde la altura sea 3 veces mayor al espesor del adobe como manda la norma E-080. El cual se dejó secar 28 días el mortero para poder realizar este ensayo, teniendo 1.5cm de espesor del mortero.

Figura 70. Pegado de los adobes en pilas



Fuente: Elaboración propia

Después se procedió a meter en la máquina compresora, para poder determinar el esfuerzo a compresión de muretes una vez pasado los 28 día de secado.

Figura 71. Adobes pasado los 28 días de secado del mortero



Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Evaluación de compresión de muretes (Pilas)



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta

Para este ensayo lo que se hizo es preparar muretes de 0.65x0.65m de largo y altura respectivamente como manda la norma E-080. Y de la misma manera que en las pilas se dejó secar 28 días el mortero de 1.5cm de espesor para poder realizar este ensayo. Para este ensayo se necesitó 12 muretes, de las cuales 6 fueron de paja del adobe tradicional y 6 muretes con la adición de viruta de café al 2%.

Figura 73. Pegado de los muretes



Fuente: Elaboración propia

Pasado los 28 días de secado del mortero, se debe tomar las medidas de los muretes

Figura 74. Toma de medidas



Fuente: Elaboración propia

Luego se colocó a la máquina compresora de forma diagonal y se aplicó la fuerza para saber la resistencia de compresión diagonal del murete

Figura 75. Registro de las cargas en la ruptura de los muretes



Fuente: Elaboración propia

Figura 76. Registro de las cargas



Fuente: Elaboración propia

Socializar el material de viruta de café en la inclusión del adobe ante la sociedad:

Elaboración de tréptico: Aquí se mostró los beneficios que puede brindar este material (viruta del tallo de café), además que se ha seleccionado una cierta población (25 familias) de localidades como Monsefú, Pomalca, Pátapo, la Cría, entre otros, (**Anexo 1 – Panel fotográfico**) donde se le va impartir el conocimiento de los resultados y de los beneficios que daría el uso de viruta en los adobes, para ello primero se deben realizar todos los ensayos para poder realizar el tréptico, para su posterior repartir en viviendas que estén hechas del material de adobe e impartir un poco el conocimiento que se pretende dar, para con ello lograr socializar la viruta de tallo de café en la fabricación de los bloques de tierra reforzada.

Figura 77. Trípticos a repartir - Localidad de Monsefú – Pomalca – la Cría



Fuente: Elaboración propia

Consideraciones éticas

Esta tesis proporciona información precisa y veraz, sin manipulación de datos obtenidos en el laboratorio o campo. Además, esta investigación es de suma importancia debido a que cumple con los estándares internacionales establecidos por el IEEE, donde muestra y garantiza que la propuesta de esta investigación es completamente original, respetando las ideas y contribuciones de otros investigadores tratados en esta tesis. A todos esto, el objetivo es ofrecer una solución eficiente para construir viviendas de adobe que puedan resistir épocas intensas de lluvia como se viven en los tiempos actuales, lo cual sería una oportunidad económica para comunidades de bajos recursos que no lleguen alcanzar a construir con materiales más caros como ladrillo, concreto, acero, etc.

Resultados y discusión

Resultados:

Ensayos para la clasificación del suelo

Contenido de humedad

Tabla 7. Contenido de humedad

I.- Datos	M-01
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.) 1475.12
B.- Peso de muestra seca	(gr.) 1309.44
C.- Peso de recipiente	(gr.) 80.1
D.- Contenido de humedad	(%) 13.48

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 7, el contenido de humedad de la muestra que se ha sometido al ensayo es de 13.48%. El cual indica que dicha muestra se puede moldear de manera correcta los adobes, por la suficiente cohesión que presenta.

Gravedad específica

Tabla 8. Gravedad específica

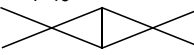
	M-01
1. N° de fiola	F-2
2. Peso de la fiola	g. 89.71
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g. 50.00
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de (2+3)	g. 139.71
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g. 367.97
6. Peso de la fiola + peso de agua	g. 338.91
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) $(3)/((3+6)-5)$	g/cm^3 2.388

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 8, se muestra los cálculos realizados para gravedad específica, donde la muestra presento un peso específico relativo de sólidos de 2.388 g/cm^3

Límites de Atterberg

Tabla 9. Límites de Atterberg

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico
	R-2	R-3	R-10	P-15
N° de tarro	R-2	R-3	R-10	P-15
N° de golpes	35	25	15	
Tarro + suelo húmedo	25.99	22.2	26.19	17.56
Tarro + suelo seco	21.5	18.44	21.32	15.33
Agua	4.49	3.76	4.87	2.23
Peso del tarro	7.32	7.16	7.35	7.25
Peso del suelo seco	14.18	11.28	13.97	8.08
Porcentaje de humedad	31.66	33.33	34.86	27.60

Fuente: Elaboración propia

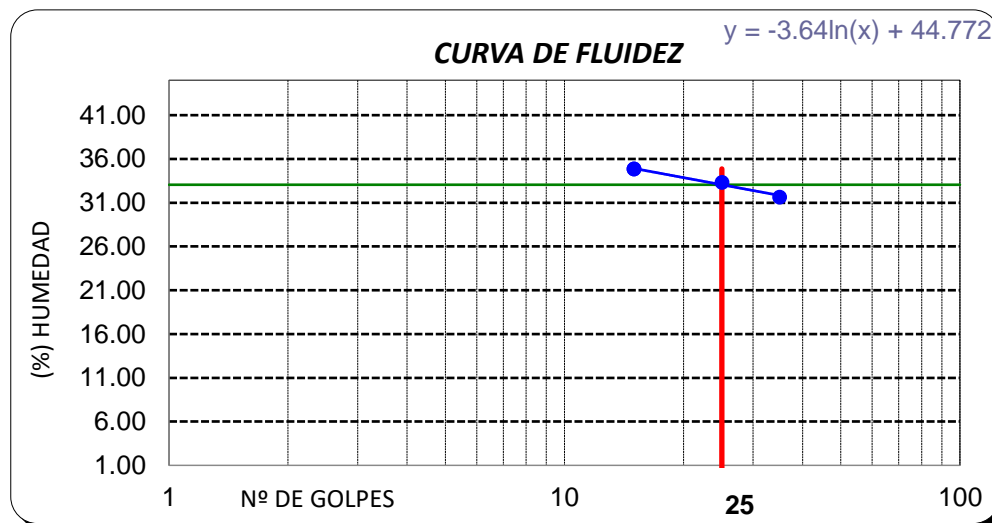
Tabla 10. Límites de Atterberg

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.06
Límite Plástico	27.60
Índice de Plasticidad	5.46

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 9 y tabla 10, se muestran los resultados de límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad. Obteniendo valores máximos de límite líquido de 33.06%, límite plástico de 27.60%, con un índice de plasticidad de 5.46%.

Figura 78. Límites de Atterberg



Fuente: Elaboración propia

En la figura 90, se muestra la curva de fluidez que existe entre el % de Humedad y el número de golpes realizado en el ensayo de Límites de Atterberg.

Granulometría

Tabla 11. *Granulometría – clasificación del suelo*

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 173.79 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 111.42 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO : 173.79 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 33.1 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO : 27.60 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICIDAD : 5.46 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS : SM - SC
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.750	0.00	0.0	0.0	100.0	Arena limosa
Nº10	2.360	10.13	5.8	5.8	94.2	Ensayo Malla Nº200
Nº20	1.180	11.23	6.5	12.3	87.7	P.S.Seco P.S.Lav (%) 200
Nº40	0.600	21.45	12.3	24.6	75.4	% HUMEDAD
Nº50	0.300	7.97	4.6	29.2	70.8	P.S.H P.S.S. (%) Hum.
Nº60	0.250	11.38	6.5	35.7	64.3	
Nº80	0.180	14.70	8.5	44.2	55.8	
Nº140	0.106	26.01	15.0	59.2	40.8	MODULO DE FINEZA
Nº200	0.075	8.55	4.9	64.1	35.9	Coef. Uniformidad
< Nº 200	FONDO	29.96	17.2	81.3	18.7	Coef. Curvatura

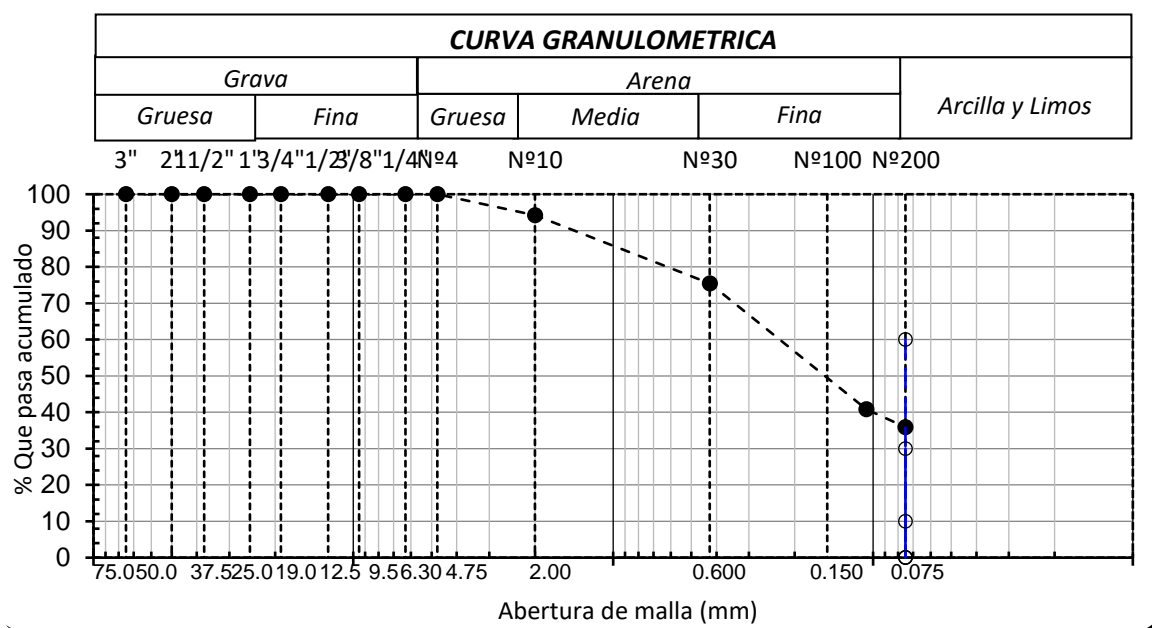
Fuente: *Elaboración propia*

Según la tabla 11, Se muestra los diferentes pesos de suelos pasados por lo tamices. Esto ayudó a determinar los porcentajes de arena, arcilla y limo. El cual con estos resultados y también según la tabla 10 se obtuvo la clasificación del suelo ya que la plasticidad se encuentra entre 4 y 7:

Según la clasificación SUCS: SM – SC / Arena limo – arcillosa

Según la clasificación AASHTO: A-2-4 / arena limo o arcilloso

Figura 79. Curva Granulométrica



Fuente: Elaboración propia

En la figura 91, se observa que mediante el ensayo granulométrico por tamizado se pudo demostrar que el material obtenido es favorable para la realización de adobes, ya que logra pasar un 100% por la malla N°4. Además, que contiene el adecuado porcentaje de arcilla. Se logró ver también, según la tabla 11, que la clasificación final es SM-SC (Arena limo – arcillosa) siendo óptimo para los bloques de adobe, que en este caso se realizó de paja, y con diferentes porcentajes de viruta de tallo de café (2%, 3% y 5%).

Caracterización de la viruta de tallo de café

Densidad de la viruta de tallo de café

Tabla 12. Densidad de la viruta

		M-01
1. Peso de la probeta	g.	228.14
2. Peso de la muestra de viruta + peso de la probeta	g.	1383.00
3. Peso de la muestra	g.	1154.86
3. Radio de la probeta	cm	5.00
4. Altura de la probeta	cm	20.00
3. Volumen de la probeta	cm ³	1570.80
7. Densidad	$\rho = m/V$	g/cm ³ 0.735

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se observa que la densidad total de la viruta es 0.735/cm³ lo que quiere decir el resultado de la relación masa y volumen.

Contenido de humedad de la viruta de tallo de café

Tabla 13. Contenido de humedad de la viruta

I.- Datos		M-01
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	165.06
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	136.65
C.- Peso de recipiente	(gr.)	81.74
D.- Contenido de humedad	(%)	51.74

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se puede observar que los resultados del contenido de humedad con contacto directo al agua de la viruta fueron de 51.74%, para que se tenga en cuenta para futuras investigaciones o aplicaciones de la investigación.

Granulometría de la viruta del tallo de café para tamaño

Tabla 14. Granulometría de la viruta

TAMICES		PESO
(Pul)	(mm)	RETENIDO
1"	25.000	0.00
3/4"	19.000	0.00
1/2"	12.500	11.27
3/8"	9.500	7.70
1/4"	6.300	19.86
Nº6	3.350	9.28
Nº10	2.360	7.03
Nº20	1.180	0.00
Nº200	0.075	0.00
< Nº 200	FONDO	0.24

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se muestran los resultados de la granulometría que se le hizo a la viruta, para determinar su rango de tamaño. Dando como resultado que el tamaño de la viruta varía entre 3.35 mm hasta 13.0 mm de ancho, y con longitudes hasta 35.0 mm.

Características físicas de la viruta de tallo de café

Tabla 15. Características físicas de la viruta

I .- Físicas

<i>DETERMINACIONES</i>	<i>UNIDADES</i>	<i>RESULTADOS</i>
Azufre	%	0.07
Humedad	%	16.5
Volátiles	%	74.6
Cenizas	%	2.13
Carbón Fijo	%	11.8
Poder Calorífico	(Kcal/Kg)	8427

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, se pudo observar los contenidos de azufre, humedad, volátiles, cenizas, carbón fijo en porcentajes, y el poder calorífico en Kcal/kg. El porcentaje de azufre es bajo, por lo tanto, no presenta amenaza al adobe. El contenido de humedad en este caso fue de 16.5, lo que quiere decir que no absorberá humedad que pueda ser perjudicial para el material de adobe, ya que nos presenta un porcentaje bajo. Los volátiles representan las partículas pequeñas más predominantes que en este caso según la tabla 14 es de tamaño de 3.3mm. Se observa también que tiene un poder calorífico de 8427 Kcal/Kg.

Características Químicas de la viruta de tallo de café

Tabla 16. Características químicas de la viruta de tallo de café

<i>DETERMINACIONES</i>	<i>UNIDADES</i>	<i>RESULTADOS</i>
Carbono	%	44.00
Oxígeno	%	35.80
Hidrógeno	%	4.71
Nitrógeno	%	0.90
Azufre	%	0.07

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 16, se observa los contenidos de Carbono, Oxígeno, Hidrogeno, Nitrógeno y Azufre expresado en porcentajes. En cuanto al carbono dio un 44% el cual está dentro del rango de carbono de madera, el cual es de 50%, ya que la viruta al ser proveniente del tallo de café se considera tal cual. Además, se observó que el oxígeno dio 35.8% el cual también está por debajo de 42% que presenta la madera. En cuanto al

Hidrógeno también está por debajo de 6%, y también al nitrógeno que está por debajo de 2%.

Ensayos mecánicos del adobe

Ensayo de resistencia a compresión

Muestra patrón – adobe tradicional

Tabla 17. Variación dimensional de adobe tradicional

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA														
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	1-P	28	91.0	89.1	91.4	89.1	89.8	89-8	89.9	89.6	87.0	87.7	88.6	88.9
2	2-P	28	89.9	91.3	91.7	90.0	89.9	89.0	90.0	89.7	88.1	86.7	88.1	86.8
3	3-P	28	90.1	91.1	92.3	91.2	90.5	89.7	90.0	89.9	85.3	86.4	86.4	85.3
4	4-P	28	90.6	90.7	90.9	90.8	90.0	90.1	90.0	90.0	88.3	87.4	87.7	87.9
5	5-P	28	91.2	90.8	91.1	90.4	89.9	89.9	89.9	89.9	85.4	87.1	86.8	86.5
6	6-P	28	89.8	89.9	90.0	90.3	90.1	90.0	89.9	90.2	84.4	83.3	84.2	85.0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestran los datos de variación dimensional que tiene el adobe patrón elaborado con paja, con el fin de ser exactos con los resultados de la resistencia a compresión.

Tabla 18. Evaluación a la resistencia de compresión - adobes tradicionales

ADOBE TRADICIONAL - PAJA						
DESCRIPCIÓN	PESO	ALTURA PROMEDIO	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	ESFUERZO
	(gr)	(cm)	(cm)	(cm)	Kg	Kg/cm ²
1-P	1046	8.805	8.977	9.015	1255.1	15.51 Kg/cm ²
2-P	1140	8.743	8.965	9.073	1146.5	14.10 Kg/cm ²
3-P	1126	8.585	9.003	9.118	1334.8	16.26 Kg/cm ²
4-P	1174	8.783	9.003	9.075	1341.4	16.42 Kg/cm ²
5-P	1196	8.645	8.990	9.088	1123.3	13.75 Kg/cm ²
6-P	1166	8.423	9.005	9.000	1124.1	13.87 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1141.33	8.66	8.99	9.06		14.98 Kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, se muestran los resultados de los adobes tradicionales, elaborado con paja. Cuyo resultado varía entre 13.75 Kg/cm² y 16.42 Kg/cm², teniendo como valor promedio 14.98 Kg/cm², resistencia que supera a la resistencia mínima del bloque de adobe, según la Normativa Peruana E-080.

Muestra con 2% de viruta de tallo de café

Tabla 19. Cambio dimensional de adobe con 2% de viruta

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE - 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ														
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2%-1	28	87.1	89.5	88.9	89.0	89.1	89.7	88.6	88.8	90.1	90.6	90.5	90.1
2	2%-2	28	88.7	89.9	89.8	90.0	90.4	88.6	88.7	89.9	87.1	88.8	88.1	87.8
3	2%-3	28	88.0	88.6	88.5	88.3	88.2	89.9	89.4	88.7	88.8	87.6	87.2	87.8
4	2%-4	28	89.1	89.2	88.1	89.8	88.9	89.6	88.6	88.2	86.9	87.3	87.6	86.5
5	2%-5	28	90.1	89.9	88.8	89.2	88.5	88.8	88.5	89.2	89.7	88.6	88.3	89.1
6	2%-6	28	90.2	89.8	89.9	89.5	88.2	90.0	88.7	88.3	86.9	87.3	88.0	87.5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se muestran los datos de variación dimensional que tiene el adobe elaborado con 2% de viruta de tallo de café, con el fin de ser exactos con los resultados de la resistencia a compresión.

Tabla 20. Ensayo de resistencia a compresión con 2% de viruta de tallo de café

ADOBE CON 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN	PESO	ALTURA PROMEDIO	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	ESFUERZO
	(gr)	(cm)	(cm)	(cm)	Kg	Kg/cm ²
2%-1	1398	9.033	8.905	8.863	1441.7	18.27 Kg/cm ²
2%-2	1438	8.795	8.940	8.960	1205.7	15.05 Kg/cm ²
2%-3	1398	8.785	8.905	8.835	1321.9	16.80 Kg/cm ²
2%-4	1358	8.708	8.883	8.905	1330.7	16.82 Kg/cm ²
2%-5	1416	8.893	8.875	8.950	1283.3	16.16 Kg/cm ²
2%-6	1414	8.743	8.880	8.985	1210.3	15.17 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1403.67	8.83	8.90	8.92		17.01 Kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20, muestra valores de resistencia a compresión que oscila desde 15.05 Kg/cm² hasta 18.27 Kg/cm². Teniendo como promedio un total de 17.01 Kg/cm². Valor que superó al de la norma E-080 y además está por encima del adobe tradicional.

Muestra con 3% de viruta de tallo de café

Tabla 21. Cambio dimensional del bloque de adobe con 3% de viruta

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE - 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ														
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
1	1-3%	28	90.8	90.3	90.2	90.3	90.1	89.2	89.1	89.4	87.6	88.5	88.1	88.0
2	2-3%	28	88.8	89.1	88.9	89.5	88.2	89.5	88.1	88.9	86.4	85.9	87.1	86.6
3	3-3%	28	90.1	90.5	89.2	89.6	92.6	93.4	90.9	90.4	85.6	85.1	86.3	86.1
4	4-3%	28	92.6	93.1	92.1	92.2	90.1	89.2	90.5	89.9	85.3	84.9	85.1	85.0
5	5-3%	28	90.9	90.2	91.6	91.3	91.0	90.8	90.3	90.2	87.3	88.2	87.1	87.8
6	6-3%	28	90.1	89.6	90.2	89.6	89.1	88.2	98.9	89.8	90.0	89.7	89.2	89.6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se muestran los datos de variación dimensional que tiene el adobe elaborado con 3% de viruta de tallo de café, con el fin de ser exactos con los resultados de la resistencia a compresión.

Tabla 22. Ensayo de resistencia a compresión con 3% de viruta de tallo de café

ADOBE CON 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN	PESO	ALTURA PROMEDIO	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	ESFUERZO
	(gr)	(cm)	(cm)	(cm)	Kg	Kg/cm ²
1-3%	1342	8.805	8.945	9.040	1011.5	12.51 Kg/cm ²
2-3%	1354	8.650	8.868	8.908	1095.1	13.86 Kg/cm ²
3-3%	1338	8.578	9.183	8.985	1090.2	13.21 Kg/cm ²
4-3%	1312	8.508	8.993	9.250	1089.9	13.10 Kg/cm ²
5-3%	1394	8.760	9.058	9.100	947.2	11.49 Kg/cm ²
6-3%	1376	8.963	9.150	8.988	1001.1	12.17 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1352.67	8.71	9.03	9.05		13.17 Kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se aprecia los valores de resistencia a compresión de los adobes con 2% de viruta de tallo de café, que varía entre 11.49 Kg/cm² y 13.86 Kg/cm². Obteniendo un valor promedio de 13.17 Kg/cm², cuyo resultado es mayor a la resistencia mínima de la norma Peruana E-080.

Muestra con 5% de viruta de tallo de café

Tabla 23. Cambio dimensional del bloque de adobe con 5% de viruta

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE - 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ														
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	1-5%	28	89.7	88.1	90.1	88.9	89.5	88.2	89.1	89.1	87.9	88.8	89.1	86.8
2	2-5%	28	88.2	89.1	88.4	88.7	89.4	89.9	88.8	88.7	86.9	85.2	87.8	87.5
3	3-5%	28	89.9	88.2	88.4	88.1	89.1	88.1	89.4	89.2	87.8	88.5	88.1	88.0
4	4-5%	28	90.6	90.4	91.1	90.8	92.1	93.1	90.9	91.3	88.6	86.6	86.3	88.2
5	5-5%	28	88.4	88.7	89.3	89.6	88.3	89.1	88.9	89.6	86.7	87.2	86.0	87.5
6	6-5%	28	89.8	90.3	90.1	89.9	91.3	90.9	90.3	91.6	85.5	86.3	85.9	87.1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se muestran los datos de variación dimensional que tiene el adobe elaborado con 5% de viruta de tallo de café, con el fin de ser exactos con los resultados de la resistencia a compresión.

Tabla 24. Ensayo de resistencia a compresión con 5% de viruta de tallo de café

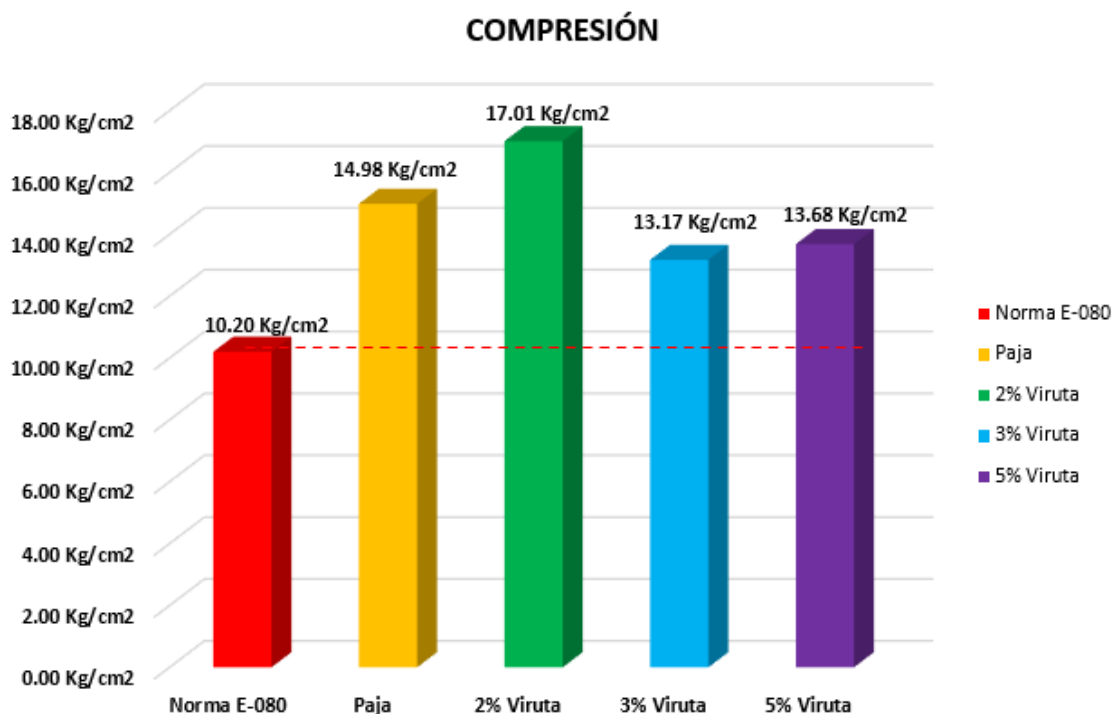
ADOBE CON 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN	PESO	ALTURA	LARGO	ANCHO	CARGA	ESFUERZO
	(gr)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)		
1-5%	1254	8.815	8.898	8.920	1091.5	13.75 Kg/cm ²
2-5%	1232	8.685	8.920	8.860	1038.0	13.13 Kg/cm ²
3-5%	1250	8.810	8.895	8.865	1029.3	13.05 Kg/cm ²
4-5%	1208	8.743	9.185	9.073	1045.2	12.54 Kg/cm ²
5-5%	1218	8.685	8.898	8.900	1171.0	14.79 Kg/cm ²
6-5%	1218	8.620	9.103	9.003	915.9	11.18 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1230.00	8.73	8.98	8.94		13.68 Kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24, se muestran los resultados de resistencia a compresión del adobe con 5% de viruta, cuyos resultados están entre 11.18 Kg/cm² y 14.79 Kg/cm² respectivamente, teniendo como promedio el valor de 13.68 Kg/cm². El cual sigue siendo mayor a la resistencia mínima de la norma E-080.

Comparación entre Norma E-080, adobe tradicional, 2%, 3% y 5% con viruta

Figura 80. Comparación de resultados para compresión



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 80, se observan los resultados de la resistencia mínima a compresión que manda la norma E-080, el adobe realizado con paja, y los resultados con los porcentajes de viruta (2%, 3% y 5% respectivamente). Además, se muestra que el valor más alto lo tiene el bloque de adobe hecha con 2% de viruta de tallo de café, teniendo un valor de resistencia a la compresión de 17.01Kg/cm², superando al adobe tradicional y la resistencia mínima de la norma E-080, mostrando que la mejor dosificación es la de 2% de viruta de tallo de café, además se muestra que con el de 3% de viruta desciende, y el 5% de viruta aumenta a comparación del anterior porcentaje mencionado. Pero lo que tienen en común, es que todos los adobes ensayados, superan el mínimo que la norma manda que es 10.20 Kg/cm².

Ensayo de resistencia a flexión

Muestra patrón – adobe tradicional

Tabla 25. Datos para ensayo de flexión

ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES					Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)	
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)				
1	1-P	28	104.9	105.6	208.9	206.9	79.6	78.9	1004.1	9846.81	80
2	2-P	28	105.3	105.2	207.3	209.9	78.3	79.5	1263.1	12386.72	80
3	3-P	28	105.9	106.7	209.8	210.1	80.1	79.6	1184.6	11616.90	80
4	4-P	28	104.8	105.2	205.9	209.7	75.6	79.3	1156.2	11338.39	80
5	5-P	28	105.2	104.5	208.9	209.1	77.8	78.9	1197.8	11746.35	80
6	6-P	28	104.7	104.9	209.4	209.3	79.1	79.5	1024.1	10042.94	80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se muestra la variación dimensional y la fuerza en unidad de Kgf, así como también en N del bloque de adobe tradicional.

Tabla 26. Evaluación de resistencia a flexión – adobe patrón o tradicional

ADOBE TRADICIONAL - PAJA						
DESCRIPCIÓN N	Dist. Entre apoyos (mm)	ALTURA PROMEDI (mm)	LARGO PROMEDI (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	Mr (flexión) Mpa	Flexión-Módulo de Rotura Kg/cm2
1-P	80.00	79.25	207.90	105.25	1.191694	12.15 Kg/cm2
2-P	80.00	78.90	208.60	105.25	1.512412	15.42 Kg/cm2
3-P	80.00	79.85	209.95	106.30	1.371188	13.98 Kg/cm2
4-P	80.00	77.45	207.80	105.00	1.440155	14.69 Kg/cm2
5-P	80.00	78.35	209.00	104.85	1.459978	14.89 Kg/cm2
6-P	80.00	79.30	209.35	104.80	1.219111	12.43 Kg/cm2
PROMEDIOS	80.00	78.85	208.77	105.24		14.74 Kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se muestran los resultados de la resistencia a flexión del adobe tradicional, donde se puede ver la variación que va desde 21.15 Kg/cm2 hasta 15.42 kg/cm2, teniendo un promedio total de 14.74 Kg/cm2.

Muestra con 2% de viruta de tallo de café

Tabla 27. Variación dimensional de adobe tradicional

ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE - 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN N	DÍAS	DIMENSIONES						Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)	(mm)			
1	1-P	28	107.5	107.9	209.2	209.8	79.7	79.5	1613.9	15826.87	80
2	2-P	28	108.0	109.6	210.0	209.9	78.9	79.9	1699.9	16670.24	80
3	3-P	28	108.8	105.0	208.8	210.1	80.0	79.8	1757.9	17239.02	80
4	4-P	28	107.7	107.0	207.9	209.4	79.9	79.8	1633.5	16019.08	80
5	5-P	28	108.0	107.5	207.7	209.1	78.2	79.5	1400.8	13737.09	80
6	6-P	28	110.0	109.5	208.1	208.3	79.8	79.9	1772.8	17385.14	80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27, se muestra la variación dimensional y la fuerza en unidad de Kgf, así como también en N del bloque de adobe con 2% de viruta.

Tabla 28. Evaluación de resistencia a la flexión con 2% de viruta de tallo de café

ADOBE CON 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN N	Dist. Entre apoyos (mm)	ALTURA PROMEDI (mm)	LARGO PROMEDI (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	Mr (flexión) Mpa	Flexión-Módulo de Rotura Kg/cm2
1-P	80.00	79.60	209.50	107.70	1.855424	18.92 Kg/cm2
2-P	80.00	79.40	209.95	108.30	1.95327	19.92 Kg/cm2
3-P	80.00	79.90	209.45	106.90	2.020837	20.61 Kg/cm2
4-P	80.00	79.85	208.65	107.35	1.872301	19.09 Kg/cm2
5-P	80.00	78.85	208.40	107.75	1.640453	16.73 Kg/cm2
6-P	80.00	79.85	208.20	108.75	2.005807	20.45 Kg/cm2
PROMEDIOS	80.00	79.58	209.03	107.79		20.02 Kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28, se puede observar los valores de la resistencia a flexión del adobe hecha con 2% de viruta de tallo de café, donde sus valores oscilan entre 16.73 Kg/cm2 hasta 20.61 Kg/cm2. Teniendo un promedio de 20.02 Kg/cm2, además muestra valores superiores a comparación del bloque de adobe tradicional que su promedio es 14.74 Kg/cm2.

Muestra con 3% de viruta de tallo de café

Tabla 29. Variación dimensional de adobe tradicional

ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE - 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES						Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)	(mm)			
1	3%	28	104.5	105.0	209.9	208.9	79.6	78.9	866.7	8499.38	80
2	3%	28	104.7	104.9	208.9	208.7	78.3	79.5	824.0	8080.64	80
3	3%	28	104.7	104.7	209.8	210.2	80.1	79.6	618.2	6062.44	80
4	3%	28	104.2	104.9	207.9	208.2	75.6	79.3	908.0	8904.39	80
5	3%	28	105.0	104.6	207.9	209.1	77.8	78.9	813.7	7979.63	80
6	3%	28	104.9	104.9	210.0	208.9	79.1	79.5	892.4	8751.41	80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, se muestra la variación dimensional y la fuerza en unidad de Kgf, así como también en N del bloque de adobe con 3% de viruta.

Tabla 30. Envaluación de resistencia a la flexión con 3% de viruta de tallo de café

ADOBE CON 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN N	Dist. Entre apoyos (mm)	ALTURA PROMEDI (mm)	LARGO PROMEDI (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	Mr (flexión) Mpa	Flexión-Módulo de Rotura Kg/cm ²
0.03	80.00	79.25	209.40	104.75	1.033534	10.54 Kg/cm ²
0.03	80.00	78.90	208.80	104.80	0.990878	10.10 Kg/cm ²
0.03	80.00	79.85	210.00	104.70	0.726509	7.41 Kg/cm ²
0.03	80.00	77.45	208.05	104.55	1.135867	11.58 Kg/cm ²
0.03	80.00	78.35	208.50	104.80	0.992278	10.12 Kg/cm ²
0.03	80.00	79.30	209.45	104.90	1.06132	10.82 Kg/cm ²
PROMEDIOS	80.00	78.85	209.03	104.75		10.77 Kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30, se expone los valores a la resistencia a flexión elaboradas con 3% de viruta de tallo de café, los cuales varían desde 7.41 Kg/cm² hasta 11.58 Kg/cm², teniendo un promedio de 10.77 Kg/cm². Siendo este porcentaje el de menor resistencia a la flexión a comparación con la de 2% de viruta que consigue el mayor valor para el ensayo de flexión.

Muestra con 5% de viruta de tallo de café

Tabla 31. Variación dimensional de adobe tradicional

ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE - 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES						Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)	(mm)			
1	5%	28	103.3	104.9	208.3	206.9	79.5	78.9	503.3	4935.66	80
2	5%	28	104.5	105.2	207.3	207.9	78.9	78.5	538.6	5281.83	80
3	5%	28	104.8	105.3	208.8	210.1	79.0	79.1	629.2	6170.31	80
4	5%	28	104.3	105.0	206.9	209.7	77.3	78.3	586.9	5755.49	80
5	5%	28	105.2	104.3	207.9	208.1	77.1	78.8	666.3	6534.14	80
6	5%	28	104.6	104.9	209.4	208.3	78.1	79.2	656.0	6433.13	80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31, se muestra la variación dimensional y la fuerza en unidad de Kgf, así como también en N del bloque de adobe con 5% de viruta.

Tabla 32. Evaluación a la resistencia de flexión con 5% de viruta de tallo de café

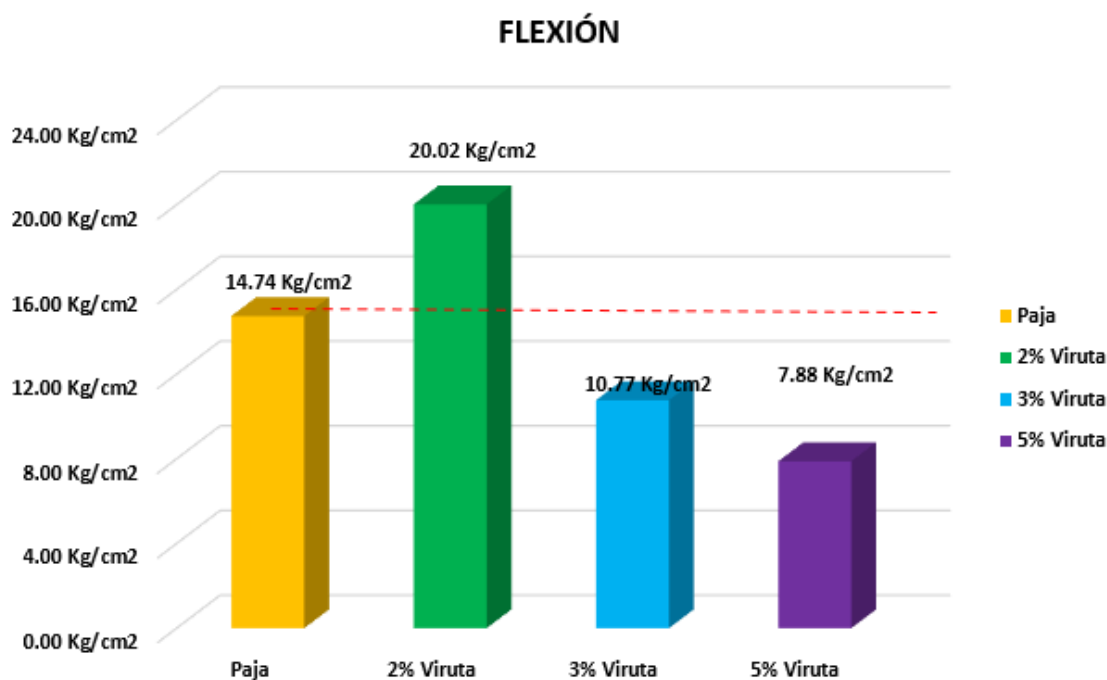
ADOBE CON 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN N	Dist. Entre apoyos (mm)	ALTURA PROMEDI (mm)	LARGO PROMEDI (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	Mr (flexión) Mpa	Flexión-Módulo de Rotura Kg/cm ²
0.05	80.00	79.200	207.600	104.100	0.60469	6.17 Kg/cm ²
0.05	80.00	78.700	207.600	104.850	0.65066	6.63 Kg/cm ²
0.05	80.00	79.050	209.450	105.300	0.75018	7.65 Kg/cm ²
0.05	80.00	77.800	208.300	104.650	0.72690	7.41 Kg/cm ²
0.05	80.00	77.950	208.000	104.750	0.82128	8.37 Kg/cm ²
0.05	80.00	78.650	208.850	104.750	0.79426	8.10 Kg/cm ²
PROMEDIOS	80.00	78.56	208.30	104.73		7.88 Kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32, se muestran los resultados de la resistencia a flexión del adobe hecha con 5% de viruta, donde sus valor mínimo y máximo es de 6.17 Kg/cm² y 8.37 Kg/cm² respectivamente, teniendo un valor promedio de 7.88 Kg/cm². Este valor desciende con respecto al de 3%, y además sigue siendo menor al de 2% y al adobe tradicional.

Comparación entre Norma E-080, adobe tradicional, 2%, 3% y 5% con viruta

Figura 81. Comparación de resultados a flexión



Fuente: Elaboración propia

En la figura 81, se muestran los resultados del adobe tradicional frente al adobe realizado con 2%, 3% y 5% de viruta, el cual se observó que el de 2% cuenta con mayor resistencia a la flexión estando por encima del adobe tradicional con un total de 20.02 Kg/cm², frente a 14.74 Kg/cm² siendo del adobe tradicional. Demostrando con ello que este porcentaje de 2% de viruta, muestra mejores resistencias tanto en el ensayo de compresión y de flexión.

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

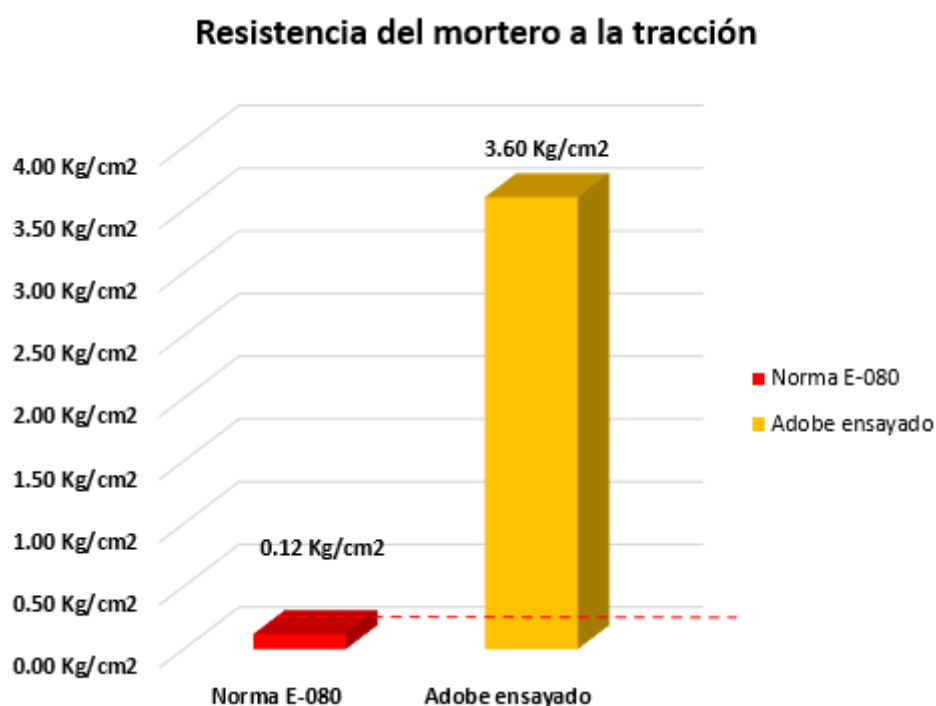
Tabla 33. Evaluación a la resistencia del mortero a la tracción

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN CON VIRUTA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	a (cm)	b (cm)	α	FUERZA (Kg)	ROTURA (f _m =Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1633.30	3.703628118
2	2-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1498.30	3.397505669
3	3-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1729.70	3.922222222
4	4-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1451.50	3.29138322
5	5-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1495.60	3.39138322
6	6-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1469.10	3.331292517
Promedio									3.603684807

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33, se muestran cada uno de los resultados a la tracción del mortero, teniendo un valor mínimo de 3.29 Kg/cm² y un valor máximo de 3.92 Kg/cm², con un promedio de 3.60 Kg/cm², el cual muestra que el mortero usado si está favorable a comparación de la normativa que nos manda que sea mayor a 0.12 Kg/cm², entonces llegamos al resultado que el barro usado con la mezcla de viruta si es apto para proseguir a pegar nuestros muretes de pilas y muretes para compresión diagonal.

Figura 82. Resultado a la tracción del mortero - Comparación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 82, se muestra una comparación entre la normativa E-080 y el mortero ensayado, mostrando un valor superior, el cual significó que es apto para pegar las pilas y muretes.

Ensayo de resistencia a compresión del murete

Muestra patrón – adobe tradicional

Tabla 34. Eval. a la resistencia a comp. de muretes de adobes tradicionales

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2103.80	9.541043084
2	2-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2489.20	11.28888889
3	3-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2118.30	9.606802721
4	4-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2171.70	9.848979592
5	5-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2059.30	9.339229025
6	6-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2284.60	10.36099773
Promedio									10.27641723

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34, se muestran los resultados de los adobes tradicionales, elaborado con paja. Cuyo resultado varía entre 9.33 Kg/cm² y 11.28 Kg/cm², teniendo como valor promedio 10.27 Kg/cm², resistencia que supera a la resistencia mínima del bloque de adobe, según la Normativa Peruana E-080.

Muestra con 2% de viruta de tallo de café

Tabla 35. Evaluación a la comp. de muretes con 2% de viruta de tallo de café

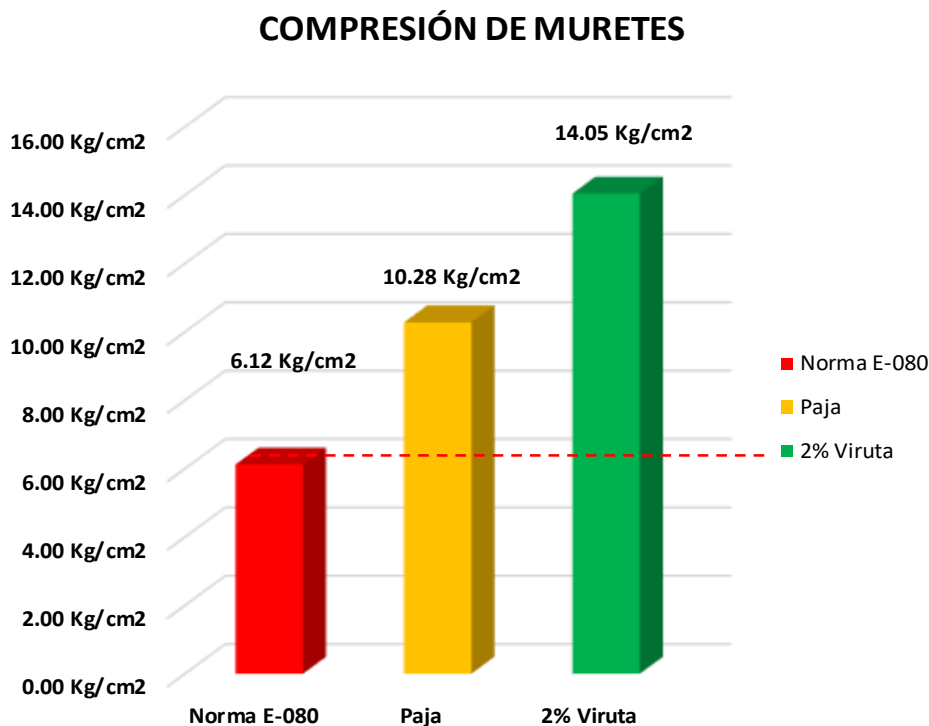
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2963.90	13.44172336
2	2-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	3131.30	14.20090703
3	3-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2884.00	13.07936508
4	4-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	3298.00	14.9569161
5	5-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2917.30	13.23038549
6	6-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2995.10	13.58321995
Promedio									14.04569161

Fuente: Elaboración propia

La tabla 35, muestra valores de resistencia a compresión de muretes que están entre 13.07 Kg/cm² hasta 14.95 Kg/cm². Teniendo como promedio un total de 14.04Kg/cm². Valor que superó al de la norma E-080 y además está por encima del adobe tradicional ensayado anteriormente.

Comparación entre Norma E-080 y adobe tradicional 2%

Figura 83. Comparación de resultados a compresión de muretes



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 83, se observan los resultados de la resistencia mínima a compresión de muretes que manda la norma E-080, el adobe realizado con paja y el resultado elaborado con 2% de viruta. Podemos observar que los bloques de adobe realizado con la adición de viruta presentan una alta resistencia a la compresión de murete con 14.05Kg/cm², superando al adobe tradicional y la resistencia mínima de la norma E-080, mostrando que la mejor dosificación es la de 2% de viruta de tallo de café, comprobando consigo que, añadiéndole esta viruta en el reemplazo de la paja, nos ayuda a mejorar sus características mecánicas del adobe.

Ensayo de resistencia a compresión diagonal

Muestra patrón – adobe tradicional

Tabla 36. Eval. a la resistencia de comp. diagonal de muretes tradicionales

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	a ANCHO (cm)	E _m ESPESOR (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-P	31/01/2024	28/02/2024	28	64.00 cm	10.50 cm	1344.00	727	0.540922619
2	2-P	31/01/2024	28/02/2024	28	64.25 cm	10.50 cm	1349.25	956	0.708541782
3	3-P	31/01/2024	28/02/2024	28	62.00 cm	10.50 cm	1302.00	721	0.553763441
4	4-P	31/01/2024	28/02/2024	28	62.00 cm	10.50 cm	1302.00	862	0.662058372
5	5-P	31/01/2024	28/02/2024	28	63.50 cm	10.50 cm	1333.50	566	0.424446944
6	6-P	31/01/2024	28/02/2024	28	63.50 cm	10.50 cm	1333.50	668	0.500937383
Promedio									0.616321554

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 36, se muestran los resultados de los adobes tradicionales ensayados en compresión diagonal o tracción indirecta, elaborado con paja. Cuyo resultado varía entre 0.42 Kg/cm² y 0.70 Kg/cm², teniendo como valor promedio 0.61 Kg/cm², resistencia que supera a la resistencia mínima del bloque de adobe, según la Normativa Peruana E-080.

Muestra con 2% de viruta de tallo de café

Tabla 37. Evaluación a compresión diagonal con 2% de viruta de tallo de café

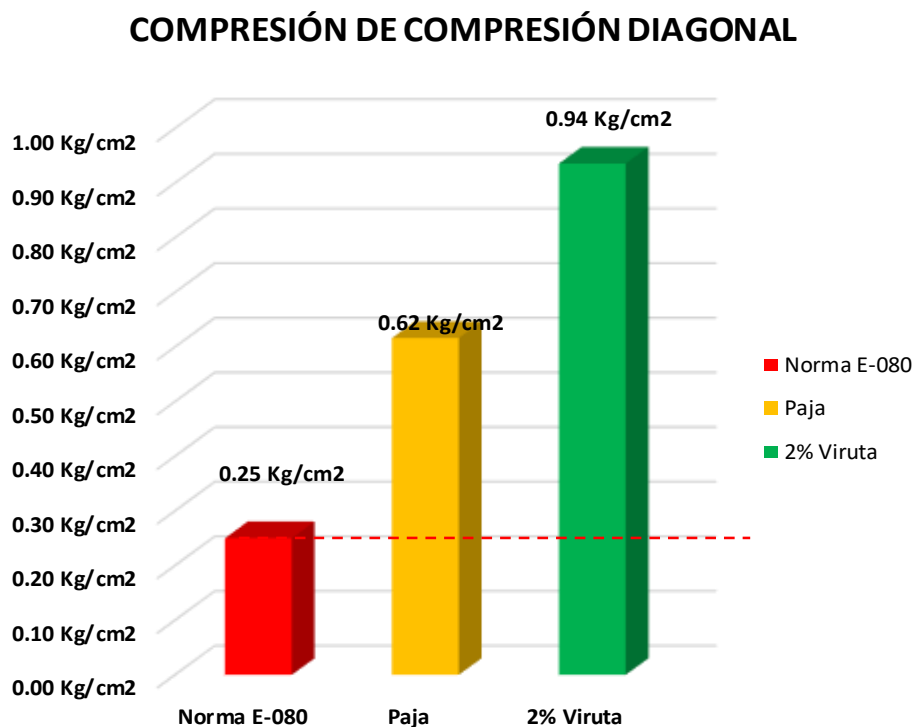
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	a ANCHO (cm)	E _m ESPESOR (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-V	31/01/2024	28/02/2024	28	63.50 cm	10.50 cm	1333.50	1166	0.874390701
2	2-V	31/01/2024	28/02/2024	28	63.00 cm	10.50 cm	1323.00	1221	0.922902494
3	3-V	31/01/2024	28/02/2024	28	65.00 cm	10.50 cm	1365.00	998	0.731135531
4	4-V	31/01/2024	28/02/2024	28	64.25 cm	10.50 cm	1349.25	1190	0.881971466
5	5-V	31/01/2024	28/02/2024	28	64.00 cm	10.50 cm	1344.00	1331	0.990327381
6	6-V	31/01/2024	28/02/2024	28	64.25 cm	10.50 cm	1349.25	1277	0.946451732
Promedio									0.935413268

Fuente: Elaboración propia

La tabla 37, muestra valores de resistencia a compresión diagonal o tracción indirecta que están entre 0.73 Kg/cm² hasta 0.99 Kg/cm². Teniendo como promedio un total de 0.93Kg/cm². Valor que superó al de la norma E-080 y además está por encima del adobe tradicional ensayado anteriormente, comprobando que, al preparar los adobes con este material, si favorece significativamente las características mecánicas.

Comparación entre Norma E-080 y adobe tradicional 2%

Figura 84. Comparación de resultados a muretes diagonales de muretes



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 84, se observan los resultados de la resistencia mínima a compresión diagonal de muretes que manda la norma E-080, el adobe realizado tradicionalmente y el resultado elaborado con 2% de viruta. Podemos observar que los bloques de adobe realizado con la adición de viruta presentan una alta resistencia a la compresión diagonal con 0.94Kg/cm², superando al adobe tradicional y la resistencia mínima de la norma E-080, mostrando que la mejor dosificación es la de 2% de viruta de tallo de café, comprobando consigo que, añadiéndole esta viruta en el reemplazo de la paja, nos ayuda a mejorar sus características mecánicas del adobe.

Ensayos físicos del adobe

Ensayo de absorción de agua

Debido a que las muestras de bloque de adobe se deshacen al aplicar el ensayo de absorción de agua tras pasar las 24 horas, se decidió evaluar por medio del ensayo de succión, para que sea provechoso el uso de la viruta, al ser un ensayo similar a la absorción de agua, pero con menor tiempo.

Ensayo de succión de agua

Muestra patrón – adobe tradicional

Tabla 38. Resultados de succión – adobe tradicional

SUCCIÓN - ADOBE TRADICIONAL							
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)
B - 1	2526	20.40	10.40	212.16	1.00	2533	6.60
B - 2	2571	20.40	10.50	214.20	1.00	2579	7.47
B - 3	2555	20.40	10.60	216.24	1.00	2566	10.17
B - 4	2587	20.40	10.60	216.24	1.00	2597	9.25
B - 5	2537	20.50	10.50	215.25	1.00	2549	11.15
B - 6	2654	20.40	10.50	214.20	1.00	2667	12.14
Promedio	2571.67	20.42	10.52	214.72	1.00	2581.83	9.46

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38, se muestran los resultados obtenidos del ensayo de succión para el adobe tradicional. Donde sus valores varían desde 6.60 gr./min./200cm² y 12.14 gr./min./200cm², el cual su valor promedio es de 9.46 gr./min./200cm².

Muestra con 2% de viruta de tallo de café

Tabla 39. Resultado de succión con 2% de viruta de tallo de café

SUCCIÓN - ADOBE CON 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ							
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)
A - 1	3071	20.90	10.60	221.54	1.00	3074	2.71
A - 2	2518	20.50	10.60	217.30	1.00	2521	2.76
A - 3	2468	20.70	10.70	221.49	1.00	2472	3.61
A - 4	2955	20.70	10.80	223.56	1.00	2959	3.58
A - 5	2534	20.60	10.70	220.42	1.00	2539	4.54
A - 6	2972	20.70	10.60	219.42	1.00	2975	2.73
Promedio	2753.00	20.68	10.67	220.62	1.00	2756.67	3.32

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39, se puede observar los diversos valores obtenidos del ensayo de succión con 2% de viruta de tallo de café, que oscilan como valor mínimo un total de 2.71 gr./min./200cm² y como valor máximo 3.61 gr./min./200cm², teniendo un promedio de 3.32 gr./min./200cm², que a comparación del adobe tradicional está mostrando que este porcentaje de viruta disminuye significativamente la absorción de agua, el cual puede ser muy beneficioso para lluvias o inundaciones, ya que la succión es mínima en cuanto a la muestra patrón.

Muestra con 3% de viruta de tallo de café

Tabla 40. Ensayo de succión con 3% de viruta de tallo de café

SUCCIÓN - ADOBE CON 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ							
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)
P - 1	2589	20.60	10.60	218.36	1.00	2597	7.33
P - 2	2612	20.50	10.60	217.30	1.00	2618	5.52
P - 3	2898	20.50	10.70	219.35	1.00	2904	5.47
P - 4	3028	20.80	10.70	222.56	1.00	3033	4.49
P - 5	2670	20.60	10.70	220.42	1.00	2674	3.63
P - 6	2581	21.00	10.80	226.80	1.00	2587	5.29
Promedio	2729.67	20.67	10.68	220.80	1.00	2735.50	5.29

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40, se puede observar los resultados del ensayo de succión de adobes con 3% de viruta, el cual varía entre 3.63 gr./min./200cm² y 7.33 gr./min./200cm², teniendo un valor promedio de 5.29 gr./min./200cm². Lo que quiere decir que la viruta disminuye la succión con 3% a comparación del adobe tradicional, pero el que sigue siendo mejor es el de 2% de viruta teniendo un valor bajo de 3.32 gr./min./200cm².

Muestra con 5% de viruta de tallo de café

Tabla 41. Ensayo de succión con 5% de viruta de tallo de café

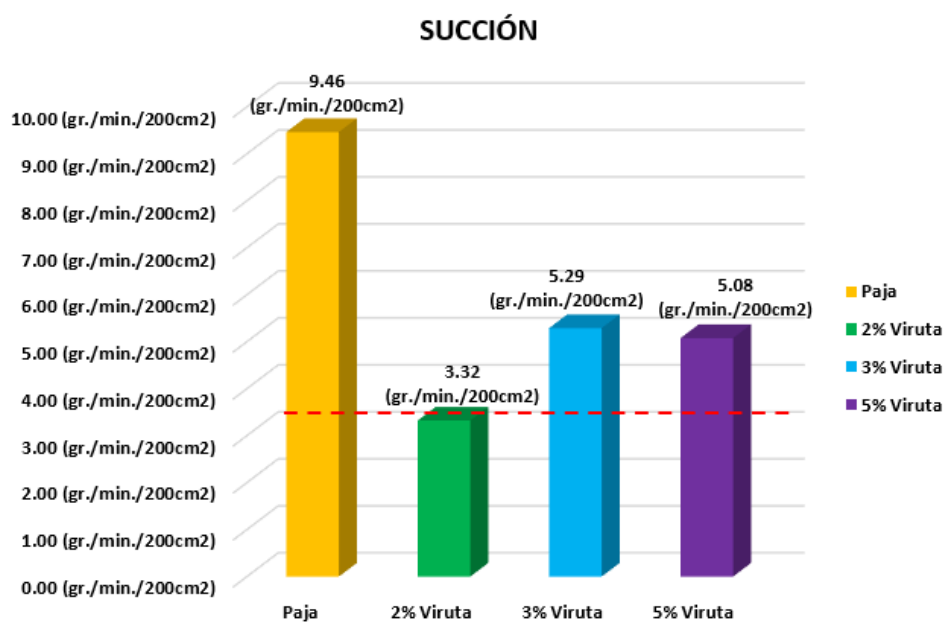
SUCCIÓN - ADOBE CON 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ							
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)
M - 1	2546	20.80	10.60	220.48	1.00	2550	3.63
M - 2	2687	20.70	10.50	217.35	1.00	2690	2.76
M - 3	2591	21.00	10.80	226.80	1.00	2599	7.05
M - 4	2479	20.50	10.70	219.35	1.00	2485	5.47
M - 5	2427	21.00	10.80	226.80	1.00	2435	7.05
M - 6	2619	20.60	10.80	222.48	1.00	2624	4.49
Promedio	2558.17	20.77	10.70	222.21	1.00	2563.83	5.08

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 41, el valor mínimo y máximo para el ensayo de succión del adobe con 5% de viruta es de 2.76 gr./min./200cm² y 7.05 gr./min./200cm² respectivamente, con promedio de 5.08 gr./min./200cm². Demostrando que la viruta de tallo de café ayuda a que el bloque de adobe no absorba el agua con facilidad a comparación del adobe tradicional presentando un valor por encima de los valores con viruta.

Comparación entre adobe tradicional, 2%, 3% y 5% con viruta

Figura 85. Comparación del ensayo por succión



Fuente: Elaboración propia

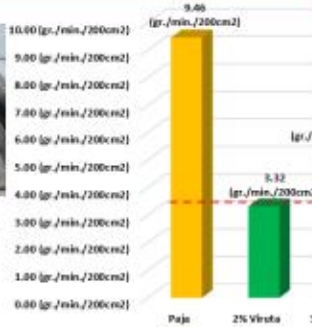
Según la figura 85, se muestran los valores promedios obtenidos tras realizar el ensayo de succión. Para el adobe tradicional se observa que presentó el valor más alto de succión de agua con 9.46 gr./min./200cm², el cual puede ser perjudicial en momentos de lluvia o inundaciones en las edificaciones, por el contrario el 2% de viruta demostró que la succión de agua no supera los 3.32 gr./min./200cm² del total del promedio, siendo este el menor valor y por ende demostró que puede ayudar de alguna manera en que el agua no dañe el adobe con mayor facilidad. Al igual que los porcentajes de 3% y 5% muestran valores cercanos al de 2%, concluyendo que la viruta ayuda a que el adobe no absorba agua y pueda resistir más tiempo frente a las consecuencias de la lluvia o inundaciones como el desmoronamiento del adobe.

Tríptico informativo para socializar los beneficios de la viruta del tallo de café en la elaboración del adobe ante la sociedad:

Para la realización de socializar el material, se eligió 20 viviendas al azar de diferentes localidades, las cuales las viviendas eran de adobe, dando resultados favorables para esta investigación. Muchas de las familias estaban interesadas en este material, ya que realizaban preguntas como, por ejemplo: ¿El procedimiento es el mismo al adobe tradicional? ¿qué pasa si dejo caer el adobe a cierta altura? Además de que mostraban un interés en sus gestos, y otras personas felicitaban la investigación ya que iba a contribuir con un avance en la construcción sostenible, y que sobre todo sea factible económicamente, ya que muchas de las personas carecían de riquezas, pero descubriendo un material que incrementa sus características físicas y mecánicas, ya evaluaban la oportunidad de construir más seguro a lo tradicional.

A continuación, se muestra el tríptico repartido, siendo este una información entendible y acta para cualquier persona que lo quiera leer:

Ensayo de absorción - succión



Se observa que la gráfica verde absorbe menos agua que el adobe tradicional, siendo este hecho con 2% de viruta de tallo de café, dando a saber sus buenos beneficios que puede traer consigo.

Beneficios de las propiedades mecánicas:

Siendo los bloques de 2% de viruta con mayor resistencia, y superando por mucho los tradicionales se puede deducir que ayudará con la resistencia del peso propio, mayor resistencia a los sismos moderados, mayor resistencia a la duración respecto al tiempo, además que se puede evaluar la idea de construir mas pisos a lo que se acostumbra tradicionalmente.

Otros beneficios a considerar:



Construir con adobe es económico debido a que el material es abundante y de bajo costo, teniendo como público objetivo a las personas que no tengan presupuestos para construir con material noble, pero si con buena calidad a comparación de lo tradicional.

Económico

Además, el adobe ofrece excelentes propiedades **ACÚSTICAS** al ser un material denso que reduce la transmisión del sonido. Además, su composición natural proporciona cierta **protección contra radiaciones electromagnéticas** de alta frecuencia.

Beneficios con la absorción de agua:



No es novedad que las lluvias es un factor muy importante y negativo para las viviendas hechas con adobe, ya que podrían erosionar,

pero gracias a esta alternativa de hacer los adobes con viruta, ayudará en la reducción de absorber agua, demostrado experimentalmente, ayudando consigo a que soporten por mas tiempo, y además que no cuenta con muchos poros en su interior como lo es del adobe tradicional.



"Porque construir con pocos recursos económicos, pero con buena Calidad en los materiales, YA ES POSIBLE".

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
AMBIENTAL

BENEFICIOS DE LA VIRUTA DE CAFÉ EN LOS BLOQUES DE TIERRA REFORZADA



AUTOR
Yorvin César Alarcón Irigoín

ASESOR
Rojas Oblitas Joaquín Hernán

Chiclayo, 2024

Introducción

En la actualidad, el Perú en su mayoría cuenta con construcciones de adobes en mal estado, debido a que están elaborados con materiales que no son lo suficientemente resistentes a causa de la naturaleza como, inundaciones causadas por las lluvias, causas de peso propio o resistencia misma de los materiales de las que están elaborados, etc.

PROBLEMÁTICA Erosión de muros estructurales de adobe en zonas rurales y aprovechamiento del tallo de café.

¿Cómo aumentar las características mecánicas-físicas del bloque de tierra reforzada?

Es por ello que se dará a conocer todos los beneficios dados por la viruta de tallo de café en la elaboración de bloques de tierra reforzadas (ADOBE)

Extracción del tallo de café para su posterior uso en viruta



Localidad de Jaén – Chontalí - el Lirio



Elaboración de bloques de adobe

Para la realización de los adobes con viruta de tallo de café, se necesitan los siguientes Materiales:

Viruta



Tierra



Dosificación de la viruta de tallo café

Peso en Kg de tierra	% a utilizar de viruta	Peso en Kg de viruta de tallo de café
4039 gr	2%	81 gr

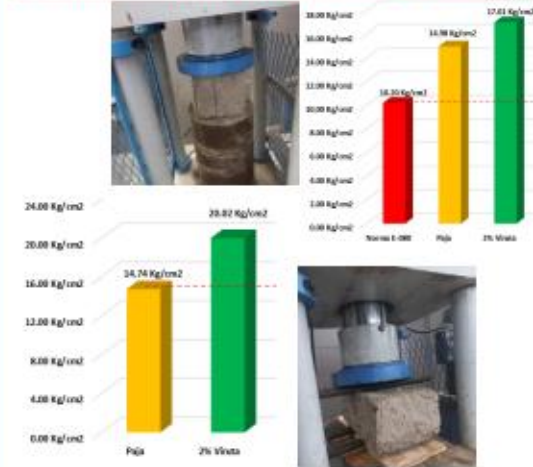
La dosificación anterior es un ejemplo para sacar cuanto de viruta va a entrar por bloque de adobe, y en este caso se utilizará un 2% del total del peso de la tierra.

Adobes con 2% viruta de tallo de café después de 28 días de secado



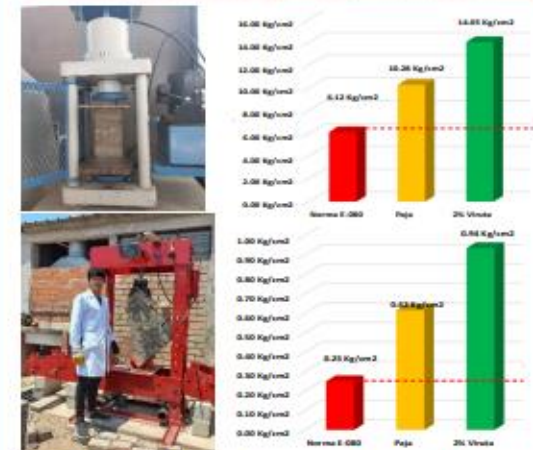
Beneficios del adobe con 2% viruta

Resistencia a la compresión y flexión



El Adobe hecho con 2% de viruta mejora su resistencia a compresión y flexión, superando al adobe tradicional y a la norma E-080

Resistencia de pilas y muretes



El Adobe hecho con 2% de viruta mejora su resistencia de pilas y muretes significativamente, superando al adobe tradicional y a la norma E-080.

Discusiones:

Según el objetivo general, evaluar el efecto de diferentes porcentajes de viruta del tallo de café (2%, 3% y 5%.) en las propiedades mecánica-física del adobe, se realizó los diferentes ensayos en el laboratorio, para ello se tuvo que preparar las mezclas con el fin de realizar los bloques de adobe de manera tradicional, en este caso usado la paja, y reemplazado este material por diferentes porcentajes de viruta de tallo de café propuestos en esta tesis, mostrando resultados positivos de manera general con el 2% de viruta de tallo de café en los diferentes ensayos mejorando las características mecánicas y físicas.

De acuerdo con el objetivo secundario, caracterizar la viruta de tallo de café, los resultados de la tabla 12 se evidencia la densidad de la viruta, mostrando un resultado de 0.735 g/cm³, siendo este la relación que hay entre la masa y el volumen, indicando que, por cada centímetro cúbico de área, hay una masa total de 0.735 gramos de viruta; además en la tabla 13 se muestra el contenido de humedad de la viruta con contacto al agua directo, con un resultado de 51.74%, este resultado fue calculado con el fin de ver cuanta cantidad de agua puede absorber estando en el agua; también en la tabla 14 se puede observar la granulometría de la viruta de tallo de café, el cual nos evidencia su tamaño físico, con anchos que va desde 3.35mm hasta 13mm y con longitudes de hasta 35mm, estos tamaños son los que se usaron en la fabricación de bloques de adobe; siguiendo con las características físicas, en la tabla 15 nos muestra una serie de resultados de la viruta donde el porcentaje de azufre es bajo, por lo tanto, no presenta amenaza al adobe con un valor de 0.07%, el contenido de humedad natural en este caso fue de 16.5, lo que quiere decir que no absorberá humedad que pueda ser perjudicial para el material de adobe, ya que nos presenta un porcentaje bajo a nivel natural, los volátiles representan las partículas pequeñas más predominantes que en este caso según la tabla 14 es de tamaño de 3.3mm el tamaño más pequeño respecto al ancho, las cenizas y el carbón fijo con un 2.13% y 11.8% respectivamente muestran que el porcentaje de materias inorgánicas es baja, haciendo que sea la viruta un material libre de impurezas, también se observa que tiene un poder calorífico de 8427 Kcal/Kg; en la tabla 16 se muestra los resultado de las características químicas de la viruta, donde el nivel de carbono dio un 44%, el oxígeno 35.8% el hidrógeno con 4.71%, el nitrógeno con 0.90% y azufre con 0.07%, datos que al ser comparados con la revista «MATERIALES TECNOLOGÍA Y CIENCIA» [17] donde hacen mención las características químicas de la madera, ya que la viruta al provenir de la madera que en este caso es el tallo de café, se considera como tal, hacen mención que

la composición media de la madera es de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y el 2% restante de nitrógeno (N) y otros elementos, mostrando que los resultados obtenidos anteriormente si están por debajo de lo permitido.

Consiguiente al objetivo secundario, evaluar la resistencia a la compresión, flexión del adobe con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, para el caso del ensayo de la resistencia a la compresión, se realizó con cubos de adobe de 10cm de arista, al realizar este ensayo al bloque de adobe tradicional en la tabla 18, nos muestra el promedio de los resultados de las 4 mejores muestras de las 6 evaluadas, con valor de 14.98 Kg/cm², en la tabla 20 el valor 17.01 Kg/cm² correspondiente al reemplazar la paja por 2% de viruta de tallo de café cuyo porcentaje está respecto al peso por cada bloque, valor que está por encima al adobe tradicional, además en la tabla 22 el valor es de 13.17 Kg/cm² con respecto a 3% de viruta de tallo de café, y en la tabla 24 el valor de 13.68 Kg/cm² referente a 5% de viruta de tallo de café, datos que al ser comparados con la tesis de Chonlon et all. [18] evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe agregando viruta de madera y tusa de maíz, menciona que obtuvieron resultados de 10.33 kg/cm² respecto a la viruta de madera, el cual se puede inferir que la viruta de tallo de café está siendo más óptimo en consideración a la tesis mencionada usando viruta de madera, además con estos resultados podemos comprobar lo que dice la normativa E-080 ya que si superan el mínimo que es de 1.0Mpa siendo este de 10.2 Kg/cm², además se observa que los bloques de adobe elaborado con 2% de viruta está siendo predominante con un valor de 66% por arriba del límite establecido en la normativa, y ¿porque se da esto?, se puede deber a que a viruta de tallo de café actúa como un refuerzo natural, distribuyendo mejor las tensiones y evitando la propagación de grietas. Esto no solo mejora la cohesión interna del bloque, sino que también incrementa su capacidad para absorber y disipar la energía durante la compresión.

Para los ensayos de flexión, se realizó con bloques de adobes de 8x10.5x21cm de alto, ancho y largo respectivamente, dando como resultado en la tabla 25 para los adobes tradicionales con promedio de los resultados de las 4 mejores muestras de las 6 evaluadas, con valor de 14.74 Kg/cm², en la tabla 28 el valor de 20.02 Kg/cm² con respecto a 2% de viruta, en la tabla 30 un valor de 10.77 Kg/cm² para 3% de viruta y en la tabla 32 un valor de 7.88 Kg/cm² correspondiente a 5% de viruta de tallo de café; datos que al ser comparados por Briceño [14] en su tesis “Efecto del porcentaje de la fibra tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión, absorción y estabilidad dimensional del adobe,

Trujillo, 2018", quien concluyó que la resistencia máxima a sus ensayos a compresión con 3% de adición de fibra de vidrio fue de 16.42 Kg/cm² y 5.51 Kg/cm² frente al ensayo de flexión con 7% de fibra de vidrio en el adobe, mostrando una vez más que los ensayos hechos en esta tesis está por encima de los ensayos de Briceño, con estos resultados podemos deducir que la viruta al 2% está aportando un beneficio con el aumento de la resistencia a compresión y a la flexión, y ¿porque mejora? Podría ser porque debido a que las fibras de la viruta actúan como puentes que distribuyen y absorben las tensiones, previniendo la propagación de grietas y mejorando la cohesión interna, y con ello se obtiene un mejor comportamiento frente al ensayo de flexión.

Según al objetivo secundario, evaluar la resistencia a la compresión de muretes, y compresión diagonal o tracción indirecta del adobe con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, con respecto al ensayo de compresión de muretes (pilas) las muestras se hizo de 27x21x10.5cm de alto, ancho y espesor respectivamente, consiguiendo resultados en la tabla 34 para el adobe tradicional con promedio de los resultados de las 4 mejores muestras de las 6 evaluadas, con valor de 10.27 Kg/cm², en la tabla 35 el valor de 14.04 Kg/cm² con respecto a 2% de viruta de tallo de café, en este caso se eligió el mayor valor de resistencia respecto a los ensayos de compresión, flexión y absorción para poder realizar este ensayo, datos que al ser comparados con lo encontrado por Baez [15] en su tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas del adobe reforzado con fibra de queñoa en el distrito de San Miguel, Juliaca - 2022", quien concluyó con sus resultados a la compresión de muretes con el valor máximo de 9.75 Kg/cm² para el adobe tradicional y con un valor de 11.23 Kg/cm² para 3.2% de fibra de queñoa, siendo este el valor promedio más alto obtenido en su tesis, datos que al ser evaluados con esta investigación se observa que el 2% de viruta de tallo de café supera significativamente estos valores así como también el adobe tradicional ensayado que se cuenta con un valor superior, afirmando que nuestra investigación está aportando positivamente en los ensayos realizados, además que en la normativa E-080 [4], nos señala un valor mínimo de resistencia que es de 6.12 Kg/cm², demostrando una vez más que reemplazando la paja por 2% de viruta de tallo de café en el bloque de adobe es beneficioso en cuanto a sus resistencias a la compresión de pilas superando por más del doble a la resistencia mínima dada por la normativa, esto se da porque la textura y estructura de la viruta de tallo de café permiten una mejor adhesión entre las partículas de barro, lo que resulta en una mayor cohesión del material.

En cuanto a la compresión diagonal de muretes, se realizó con medidas de 0.65x0.65x0.105m, mostrando en la tabla 36 el valor promedio de 0.61 Kg/cm² referente al adobe tradicional, y en la tabla 37 un valor de 0.93 Kg/cm² para los adobes de 2% de viruta de tallo de café, datos que al ser comparados con la tesis de Baez [15] en su tesis "Análisis de las propiedades físico mecánicas del adobe reforzado con fibra de queñoa en el distrito de San Miguel, Juliaca - 2022", concluyó que para los adobes tradicionales le da un valor de 0.79 Kg/cm² superando por poco al ensayado, y un valor de 0.81 Kg/cm² al 3.2% de fibra de queñoa, observando que para este caso los adobes hechos por 2% de viruta del tallo café supera a los de fibra, comprobando otra vez más como afecta positivamente la viruta en cuanto a la resistencia de muretes diagonales, de igual manera tenemos el valor mínimo de la norma E-080 [4], el cual señala que es de 0.25 Kg/cm², con ello podemos deducir que la viruta al 2% está aportando un beneficio con el aumento de la resistencia a compresión de pilas y muretes diagonal, comparando todos los resultados hechos al bloque tradicional, también comparando con el límite dado por la norma E-080 y a la tesis realizada por Baez en el año 2022. Esto se da porque debido a la inclusión de virutas que actúan como refuerzos internos, distribuyendo las tensiones y previniendo la propagación de grietas bajo cargas diagonales. La viruta de café proporciona una estructura interna más robusta y cohesiva, ayudando a la unión de barro y viruta, lo que permite que el adobe resista mejor las fuerzas de tracción indirecta.

Siguiendo con el objetivo secundario, evaluar las propiedades de absorción del adobe con viruta de tallo de café en los diferentes porcentajes, los resultados obtenidos para este ensayo se le reemplazó por los de succión, ya que al dejar ensayando en el agua por 24 horas, los adobes se deshacen, en la tabla 38 se muestra los resultados de los de las 4 mejores muestras de las 6 evaluadas, con valor para el adobe tradicional de 9.46 gr./min./200cm², en la tabla 39 un valor de 3.32 gr./min./200cm² con respecto a 2% de viruta de tallo de café, en la tabla 40 un valor de 5.29 gr./min./200cm² referente a 3% de viruta y en el cuadro 41 el valor de 5.08 gr./min./200cm² perteneciente a 5% de viruta, con ello se deduce que el de 2% es el que menos absorbe agua por cada 200cm² durante el minuto dejado, esto es muy beneficioso ya que al momento de lluvias ayudará a que el bloque no se pulverice, ya que al ser un material arcilloso, al absorber agua puede desprenderse las partículas, además estos resultados se interpretan de tal manera que la viruta de tallo de café ayuda en la propiedad de impermeabilidad del bloque de adobe, asegurando que no cuenta con muchos poros y se encuentra saturado, dichos datos al ser comparados por Briceño [14] en su tesis "Efecto del porcentaje de la fibra tipo E sobre la

resistencia a la compresión, flexión, absorción y estabilidad dimensional del adobe, Trujillo, 2018”, quien concluyó que al añadir su fibra de vidrio a los bloques de adobe incrementó su porcentaje de absorción en relación al adobe tradicional, teniendo 24.15% de absorción a comparación de 8.30% de absorción del adobe sin fibra, observando que la fibra no ayuda en mejorar la reducción de succión con el agua, concluyendo que la viruta trabajada en esta investigación en vez de aumentar, esta que disminuye el nivel de succión,, mostrándose favorable y siendo uno de los factores más importantes en la presente tesis, ya que queda comprobado el buen uso de la viruta de tallo de café, no solo en el 2% sino también con el 3% y 5% ya que está por debajo del adobe tradicional. Esto se da porque debido a la capacidad de la viruta para disminuir la cantidad de poros y formar una mezcla más cohesiva. Esta reducción en la porosidad limita la penetración del agua, protegiendo el adobe de la degradación en condiciones húmedas ayudando a repeler el agua con respecto a la succión.

Siguiendo con el objetivo secundario sobre las comparaciones realizadas entre la normativa E-080, el adobe tradicional y las muestras con diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, en las figuras 80, 81, 83, 84 y 85 han revelado consistentemente mejoras significativas en las propiedades del adobe. Desde la resistencia a la compresión, flexión, compresión de muretes, compresión diagonal, hasta la absorción de agua, la viruta de tallo de café ha demostrado ser efectivo para fortalecer y mejorar las características del adobe. Específicamente, el porcentaje del 2% ha destacado como el óptimo en términos de resistencia, superando tanto al adobe tradicional como a las muestras con porcentajes más altos de viruta. Además, se observó una notable reducción en la absorción de agua con la adición de viruta, lo que presenta una mejora significativa en la durabilidad y resistencia a la intemperie del adobe; y no solo eso, ya que los resultados son prometedores porque está contribuyendo a su sostenibilidad al aprovechar un material natural y renovable. En general, estos resultados respaldan la viabilidad y el potencial de la viruta de tallo de café como un componente valioso en la construcción de viviendas sostenibles y resilientes, estos resultados al compararlos con lo que señala Briceño [14] en su tesis “Efecto del porcentaje de la fibra tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión, absorción y estabilidad dimensional del adobe, Trujillo, 2018” señala que sus resultados a compresión no supera al adobe tradicional, los de flexión se mantienen por debajo de 5.51 kg/cm² siendo su resistencia más alta, los resultados de absorción señala que los adobes tradicionales son los que menos absorben respecto a la fibra de vidrio que usó, teniendo

consigo una fibra de vidrio no muy beneficiosa, ya que no supera al adobe patrón, caso contrario a esta investigación, se halló un porcentaje (2%) que en todos los ensayos realizados supera tanto la normativa E-080 [4] y los adobes tradicionales hechos con paja, dando pie a una amplia investigación a futuro donde ya se lleve a ejecución o escalas reales para su uso provechoso en viviendas más duraderas y resistentes a la intemperie, además de promover prácticas de construcción sostenibles. El principal motivo del porque la viruta con 2% en la mezcla mejora tanto las características físicas y mecánicas es porque refuerza la estructura interna, disminuye la porosidad y repele el agua.

Con respecto al último objetivo específico socializar el material de viruta de café en la inclusión del adobe ante la sociedad, los resultados obtenidos después de la repartición de trípticos en zonas rurales y pueblos donde existen casas de adobe, tuvo un éxito de acuerdo con la reacción de las personas, ya que les interesó la información proporcionada, teniendo en cuenta que este público objetivo evaluaba la forma de construir con este nuevo material, ya que se les preguntó: De acuerdo a lo leído, ¿Estaría de acuerdo en construir una vivienda con este material en el adobe? Las respuestas en sus mayorías eran que sí, porque mencionaban que iba a ofrecer más que un adobe tradicional, estas reacciones positivas se pueden comparar de acuerdo con el artículo de Miranda et al. [24] titulada “Valoración inicial de las propiedades de la goma de nopal como posible aditivo en la conservación de edificaciones de adobe” ya que hacen mención la inclusión de goma de la planta de nopal (*Opuntia Ficus*) como un adicional para la elaboración del adobe, donde consiguen un beneficio en su durabilidad, esto representa una solución práctica y accesible para la conservación de edificaciones de adobe, permitiendo que las comunidades preserven su patrimonio arquitectónico de manera efectiva y sostenible, así como también en esta investigación presenta un uso sostenible y aprobada por la población.

Conclusiones

- Se evaluó el efecto de diferentes porcentajes de viruta del tallo de café (2%, 3% y 5%.) en las propiedades mecánica-físicas del adobe, mediante ensayos realizados en los laboratorios de la Usat, cumpliendo con los parámetros requeridos en la normativa E-080, dando un 2% de viruta de tallo de café como la proporción más recomendable frente a la mejora significativa de las propiedades mecánica-físicas.
- Se caracterizó la viruta de tallo de café, teniendo resultados y parámetros dentro de lo establecido según las propiedades de la madera consiguiendo valores por debajo de 44% y 36% de carbono y oxígeno respectivamente, reflejando que no presenta amenazas con respecto a su composición.
- Respecto a la resistencia a la compresión del adobe con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, se concluyó que el 2% ha demostrado aumentar significativamente la resistencia a la compresión, con un valor de 17.01 Kg/cm², superando incluso el estándar mínimo de 10.2 Kg/cm² establecido por la normativa E-080, este resultado muestra que es una opción viable para mejorar la resistencia estructural del adobe en aplicaciones de carga.
- Frente a la resistencia a la flexión del adobe con los diferentes porcentajes de viruta de tallo de café, se finaliza diciendo que el adobe con 2% de viruta de tallo de café muestra una mejora notable en la resistencia teniendo un valor de 10.77 Kg/cm² a comparación del adobe tradicional y la normativa E-080, contribuyendo a la mejora de la calidad y durabilidad de los bloques de tierra reforzada añadiéndole viruta en su elaboración.
- En cuanto al ensayo de compresión de muretes o pilas, la sustitución de la paja por un 2% de viruta de tallo de café en los muretes de adobe ha demostrado un impacto significativo en la resistencia, consiguiendo un valor de 14.04 Kg/cm², este aumento representa poco más del doble del valor mínimo requerido por la normativa E-080, concluyendo la viabilidad y el potencial beneficio de utilizar este material alternativo en la construcción de viviendas sostenibles y resilientes.
- Se ensayó la resistencia a compresión diagonal o tracción indirecta de muretes consiguiendo un aumento significativo al 2% de viruta de tallo de café resaltando la efectividad de este material alternativo en fortalecer la estructura

de la vivienda. Con un valor promedio de 0.93 Kg/cm², superando incluso los resultados obtenidos del adobe tradicional y la norma E-080, el cual, se evidencia el potencial uso de la viruta en mejorar la seguridad y estabilidad de la vivienda ante cargas, contribuyendo a la construcción más segura.

- También se determinó las propiedades de absorción del adobe con viruta de tallo de café en los diferentes porcentajes, demostrando reducir significativamente su capacidad de absorción de agua, especialmente notable con el 2% de viruta, mostrando solo 3.32 gr./min./200cm² en comparación con el adobe tradicional, 3% y 5% de viruta, concluyendo que representa una mejora considerable en la resistencia del adobe ante la intemperie, reduciendo el riesgo de desintegración durante periodos de lluvia. Agregando que el beneficio de la viruta de tallo de café ayuda en la impermeabilización del bloque de adobe, validando su eficacia y su potencial como un componente clave en la construcción sostenible de viviendas.
- Se logró realizar el estudio comparativo con los resultados de los ensayos de compresión, flexión y absorción del adobe con los diferentes porcentajes de inclusión de viruta de tallo de café ante los resultados de un adobe tradicional, concluyendo el porcentaje de 2% de viruta está por encima de todos los resultados obtenidos, consiguiendo con ello un aporte a la ingeniería con la mejora de materiales para la construcción de viviendas en zonas rurales contribuyendo con su seguridad y economía.
- Se logró socializar el material de viruta de café en la inclusión del adobe ante 25 familias de las localidades de Monsefú, Pomalca, Pátapo y la Cría con la ayuda de trípticos, demostrando su eficacia ante la mejora obtenida en las características del bloque de tierra reforzada, concluyendo que las personas mostraron siempre un interés en la información obtenida.
- Se pudo comprobar la hipótesis planteada en esta tesis ya que las propiedades mecánicas y físicas del adobe elaborado con viruta de tallo de café influyen positivamente en su elaboración, aumentando su resistencia a la compresión y flexión, y disminuyendo su porcentaje de absorción de agua.

Recomendaciones

A pesar de que el adobe con 2% de viruta de tallo de café muestra una mayor resistencia, se requiere un análisis más detallado para determinar el óptimo porcentaje de adición de viruta de tallo de café que maximice los ensayos mecánicos y físicos del adobe, para ello se recomienda un análisis con porcentajes menores a 2% ya que se comprobó que disminuye al aumentar el porcentaje de viruta de tallo de café.

Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales sobre la característica del poder calorífico de la viruta de tallo de café dentro del bloque de adobe, ya que esta podría ofrecer ventajas significativas en términos de eficiencia térmica y sostenibilidad al proporcionar datos específicos sobre la conductividad térmica, la durabilidad y la viabilidad económica de estos bloques de adobe mejorados, permitiendo su posible adopción en proyectos de construcción sostenible, además podría mejorar las propiedades aislantes del adobe, contribuyendo a la regulación de la temperatura interior de las edificaciones construidas con este material.

Se recomienda explorar el impacto de diferentes tratamientos previos de la viruta de tallo de café en la resistencia a la compresión del adobe, ya que se podría investigar si el tratamiento térmico, químico o mecánico de la viruta antes de su incorporación al adobe influye en la mejora de sus propiedades mecánicas.

Se debe evaluar la resistencia a la flexión del adobe con diferentes porcentajes de viruta de tallo de café bajo condiciones ambientales variables y de envejecimiento acelerado, esto permitirá entender mejor el desempeño a largo plazo del material en diferentes climas y condiciones de exposición.

Es recomendable evaluar el comportamiento estructural a escala real en prototipos de viviendas y compararlos con los resultados del ensayo de compresión de pilas, para observar cómo varía cuando se evalúan a escalas reales.

Una recomendación para futuras investigaciones respecto al ensayo de compresión diagonal es estudiar el comportamiento dinámico de las estructuras de adobe reforzadas

con viruta de tallo de café en escenarios de carga sísmica simulada para entender mejor su capacidad de absorción y disipación de energía.

Se aconseja realizar ensayos de absorción o succión con secados repetidos, ya que sería valioso para validar su aplicación en diversas regiones geográficas, así como también simular las condiciones a lo largo del tiempo.

Una recomendación para futuras investigaciones sería realizar un análisis integral del ciclo de vida del adobe con 2% de viruta de tallo de café para evaluar su sostenibilidad desde la producción hasta la demolición, incluyendo el impacto ambiental, huella de carbono, etc.

Se invita a futuras investigaciones a realizar estudios participativos y talleres comunitarios que involucren a las comunidades locales en el proceso de investigación y desarrollo del adobe reforzado con viruta de tallo de café para su aplicación útil, permitiendo obtener retroalimentación directa, fomentar la adopción del material y adaptar las técnicas de construcción a las necesidades y preferencias de los usuarios finales ya que este primer contacto debe incentivar a construir con este material propuesto.

Referencias

- [1] J.-F. Zhang, S.-Y. Pang, J.-W. Gao, E.-F. Deng, H. Wang, y J.-J. Zhao, «Experimental study on seismic behaviour of adobe wall reinforced with cold-formed thin-walled steel», *Thin-Walled Structures*, vol. 147, p. 106493, feb. 2020, doi: [10.1016/j.tws.2019.106493](https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.106493).
- [2] I. M. G. Bertelsen, L. J. Belmonte, G. Fischer, y L. M. Ottosen, «Influence of synthetic waste fibres on drying shrinkage cracking and mechanical properties of adobe materials», *Construction and Building Materials*, vol. 286, p. 122738, jun. 2021, doi: [10.1016/j.conbuildmat.2021.122738](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122738).
- [3] M. Algara-Siller, Á. Martínez, G. Arista González, y J. Hernández, *Diseño de bloques de suelo estabilizado para uso urbano en San Luis Potosí*. 2012.
- [4] «Publicación de la Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada- RNE Perú.», Grupo del Centro Tierra. Accedido: 4 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/ctierra/noticia-evento/publicacion-la-norma-e-080-diseno-construccion-tierra-reforzada-rne-peru/>
- [5] L. F. Guerrero Baca, «El uso de tierra modelada en la intervención de componentes constructivos de adobe», *Intervención: Revista de Conservación, Restauración y Museología*, vol. 2, n.º 22 (Julio-diciembre), pp. 131-187, 2020.
- [6] J. C. Mantilla Calderón, «Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho.», *Universidad Nacional de Cajamarca*, 2018, Accedido: 2 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1996>
- [7] F. L. Paredes Avilés y G. M. De la Cruz Arce, «Estudio de estabilizadores en el adobe», FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, vol. 1, n.o 1, pp. 79-84, 2017.
- [8] «(PDF) ASTM D2216 en Español», *dokumen.tips*. <https://dokumen.tips/documents/astm-d2216-en-espanol.html> (accedido 3 de junio de 2023).
- [9] «Análisis Granulométrico Por Tamizado Astm D-422 | PDF | Science | Ingeniería», *Scribd*. <https://es.scribd.com/doc/295689867/Analisis-Granulometrico-Por-Tamizado-Astm-D-422> (accedido 12 de junio de 2023).
- [10] «Traducción de ASTM D4318». *Civilgeeps* <https://ensayosdelaboratoriosuelos.files.wordpress.com/2015/12/traduccic3b3n-astm-d4318.pdf> (accedido 12 de junio de 2023).
- [11] E. Geoxnet, «Clasificación de suelos», *Geología - publicaciones*, 4 de agosto de 2019. <https://post.geoxnet.com/clasificacion-de-suelos/> (accedido 4 de junio de 2023).

[12] «Ntp-399-613 - NTP 399.613 y 399.604 - NORMAS DE UNIDADES NTP 399. INDICE página INDICE PREFACIO iii - Studocu». <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-union/albanileria/ntp-399-613-ntp-399613-y-399604/38029923> (accedido 12 de junio de 2023).

[13] «NTP 339 078 Ensayo de Flexión pdf», *uDocz*. <https://www.udocz.com/apuntes/108486/ntp-339-078-ensayo-de-flexion-pdf> (accedido 12 de junio de 2023).

[14] L. E. Briceño Segura y A. A. Marcos Gamboa, «Efecto del porcentaje de la fibra tipo E sobre la resistencia a la compresión, flexión, absorción y estabilidad dimensional del adobe, Trujillo, 2018», *Repositorio Institucional - UCV*, 2019, Accedido: 2 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39089>

[15] G. Y. Baez Mamani, «Análisis de las propiedades físico mecánicas del adobe reforzado con fibra de queñoa en el distrito de San Miguel, Juliaca - 2022», *Repositorio Institucional - UCV*, 2022, Accedido: 2 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92238>

[16] A. E. Q. Valdera, «Mejoramiento de las propiedades del adobe, adicionando mucílago de algarrobo, para aumentar su resistencia frente a lluvias e inundaciones».

[17] «MATERIALES | TECNOLOGÍA Y CIENCIA». Accedido: 6 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/msiedel/materiales-2/>

[18] A. Chonlon Gonzales y N. Mejia Martinez, «EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE AGREGANDO VIRUTA DE MADERA Y TUSA DE MAÍZ», p. 153, jul. 2023. *Repositorio Institucional - USS*, [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/588326571.pdf>

[19] R. V. de Allende *et al.*, «Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica», *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 64, n.º 2, pp. 177-188, 2012. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94326949003>

[20] A. V. Hernandez, L. F. B. Botero, y D. C. Arango, «Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional», *Ingeniería y Ciencia*, vol. 11, n.º 21, pp. 197-220, 2015. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83533766010>

[21] «BAMBOO-REINFORCED GLULAM BEAMS: AN ALTERNATIVE TO FIBERGLASS-REINFORCED GLULAM BEAMS». Accedido: 19 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532012000400003&lng=en&nrm=iso

[22] «Consultar información de los censos realizados por el INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda», 2 de junio de 2023. <https://www.gob.pe/36495-consultar-informacion-de-los-censos-realizados-por-el-inei-censos-nacionales-de-poblacion-y-vivienda> (accedido 3 de junio de 2023).

[23] G. M. Zamora Cedeño, M. del C. Aguirre Ullauri, C. D. Cajamarca Zúñiga, y J. G. Barbecho, «Propuesta de refuerzo sísmico con carrizo para mamposterías de adobe en construcciones patrimoniales», *Informes de la construcción*, vol. 75, n.º 569, p. 480, 2023.

[24] J. M. Miranda Vidales, L. Narváz Hernández, y J. I. Moreno Fraga, «Valoración inicial de las propiedades de la goma de nopal como posible aditivo en la conservación de edificaciones de adobe», *Intervención: Revista de Conservación, Restauración y Museología*, vol. 1, n.º 25, pp. 159-199, 2022.

[25] «Adobe. - Construmatica». Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.construmatica.com/construpedia/Adobe>.

[26] «El adobe sigue siendo el material de construcción más usado en la región Puno | EDICION | CORREO». Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/puno/el-adobe-sigue-siendo-el-material-de-construccion-mas-usado-en-la-region-puno-852880/?ref=dcr>.

[27] «Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el CC.PP. de Tambar - Moro». Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3236>

[28] Y. W. P. Zanabria y A. D. D. Flores, «(Fuente: Elaboración propia, 2018)», 2018, [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3282/Yamandu_Alexis_Tesis_bachiller_2019_Part.3.pdf?sequence=2&isAllowed=y

[29] «Casa de adobe: una alternativa de construcción sismorresistente | El Comercio Perú», El Comercio. Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en:

<https://elcomercio.pe/especial/construyebien/noticias/casa-adobe-alternativa-construccion-sismorresistente-noticia-1994461>

[30] J. M. Ticona Apaza, «Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019», *Repositorio Institucional - UCV*, 2020, Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57615>

[31] S. Aliaga Campos y E. M. Gonzales Orihuela, «Propuesta de mallas de fibras de maguey para mejorar la resistencia de muros de adobe en el distrito de Colcabamba - Huancavelica», *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, mar. 2020, Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651586>

[32] «UNE 41410:2008 Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques» Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0042285>

[33] «El adobe diseño y proceso - Facultad de Ingeniería Ingeniería en Construcción “El Adobe” Diseño y - Studocu». Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-central-del-ecuador/ensayo-de-materiales/el-adobe-diseno-y-proceso/93358023>

[34] V. B. Benites Zapata, «Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*)».

[35] M. A. Sánchez Chicana, «Análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos», *Repositorio Institucional - USS*, 2020, Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7534>

Anexos

Anexo 1 – Panel fotográfico

Elaboración de ensayos de gravedad específica y límites de atterberg, ayudados con la fiola para la liberación de burbujas presentes y se observa también el uso de la cuchara de Casagrande para los límites respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

Elaboración del ensayo de granulometría y mezclado de la muestra de los límites de atterberg



Fuente: Foto propia

Aplicación de agua destilada para el ensayo de densidad específica y limpieza de la muestra para el análisis granulométrico.



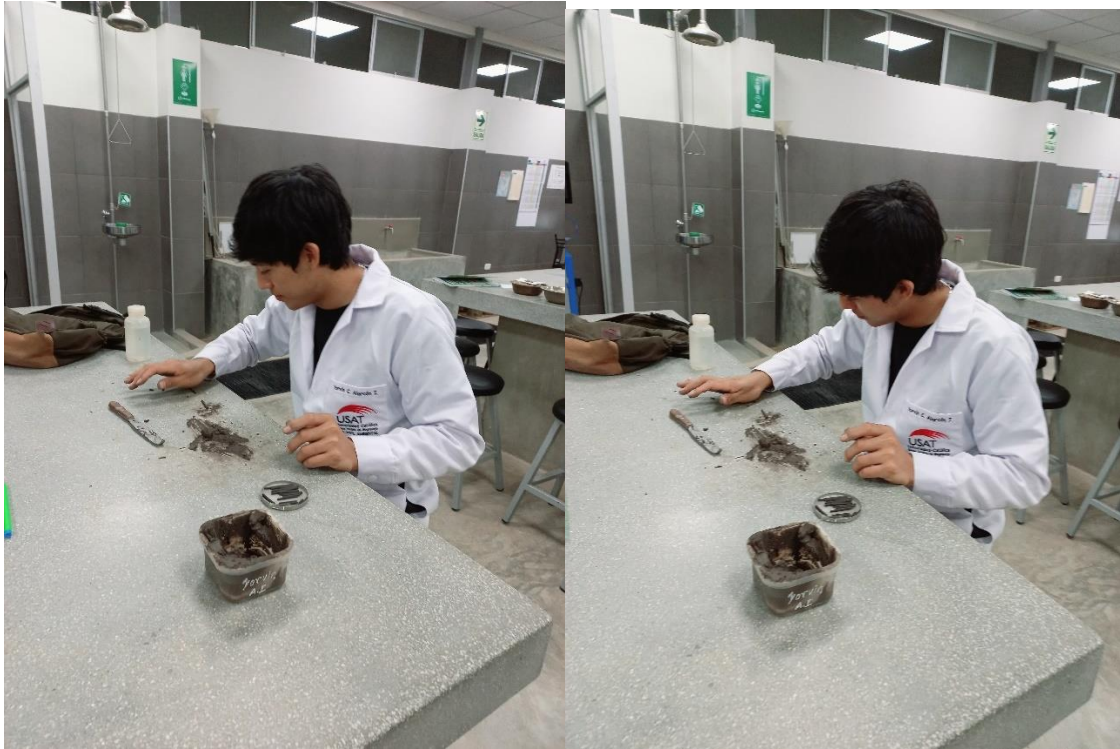
Fuente: Foto propia

Se hizo el amasado de cilindros para el ensayo de límite plástico



Fuente: Foto propia

Elaboración de cilindros con 3mm de diámetro



Fuente: Foto propia

Proceso de culminación y secado del adobe.



Fuente: Foto propia

Apuntes de las dimensiones y trazado para el ensayo de flexión



Fuente: Foto propia

Toma de anotes y enumeración de cada adobe.



Fuente: Foto propia

Realización del ensayo para flexión teniendo en cuenta que se debe colocar 2 apoyos cilíndricos en la parte inferior, y un apoyo cilíndrico en la parte superior



Fuente: Elaboración propia

Toma de medidas de los muretes, tanto largo, ancho, y altura.



Fuente: Foto propia

Toma de medidas y realizando el anote para los 12 muretes que se ensayaron



Fuente: Foto propia

Aplicación de carga y ruptura del murete en la máquina compresora



Fuente: Elaboración propia

Ruptura diagonal del murete, luego se procede anotar la carga y a votar los desperdicios.



Fuente: Elaboración propia

Impresión de los trípticos que se iba a repartir en casas hechas de adobes y impartir conocimientos sobre los grandes beneficios que ofrece la viruta de café que ayude a socializar a la población. Las localidades que se repartieron fueron en Monsefú, Pomalca, la cría.



Fuente: Elaboración propia

Casa 1, ubicada en Monsefú, el cual la madre de familia accedió a la información propuesta, dando a clarar que es muy interesante la propuesta de construir con adobes hechas con viruta de tallo de café



Fuente: Foto propia

Casas de la localidad de Monsefú y Pomalca donde se explican los beneficios de la viruta del tallo de café dentro del adobe y entrega de trípticos:



Fuente: Foto propia

Casas de las localidades de Pátapo y la Cría, donde se impartió los conocimientos de los beneficios de la viruta de tallo de café en los bloques de adobe. Muchas de las personas contribuyeron en nuevas preguntas, y se les notó interesados en la propuesta dada, ya que pedían referencias de números para que puedan contactar para conseguir el material de viruta de tallo de café.



Fuente: Elaboración propia

Toma de medidas, peso y realización del ensayo de compresión de cubos de adobes realizados tradicionalmente y porcentajes de viruta de tallo de café (2%, 3% y 5%)



Fuente: Elaboración propia

Resultados frente al ensayo de compresión de cubos, el cual se procedió anotar cada uno de los resultados



Fuente: Elaboración propia

Toma de medidas, trazado en 3 partes iguales del adobe y configuración de la máquina previo al ensayo de flexión



Fuente: Elaboración propia

Se procedió a colocar carga con 2 apoyos inferiores y uno superior en el adobe como se observa en la siguiente imagen para calcular la resistencia



Fuente: Foto propia

Ruptura producida en la parte media del adobe, frente a la carga aplicada



Fuente: Elaboración propia

Desperdicios de los adobes hechos ya los ensayos a flexión, el cual se procedió a votar en el sitio dado por el laboratorio.



Fuente: Foto propia

Enumeración y toma de medidas de cada uno de los bloques de adobe el cual se le realizará el ensayo de succión:



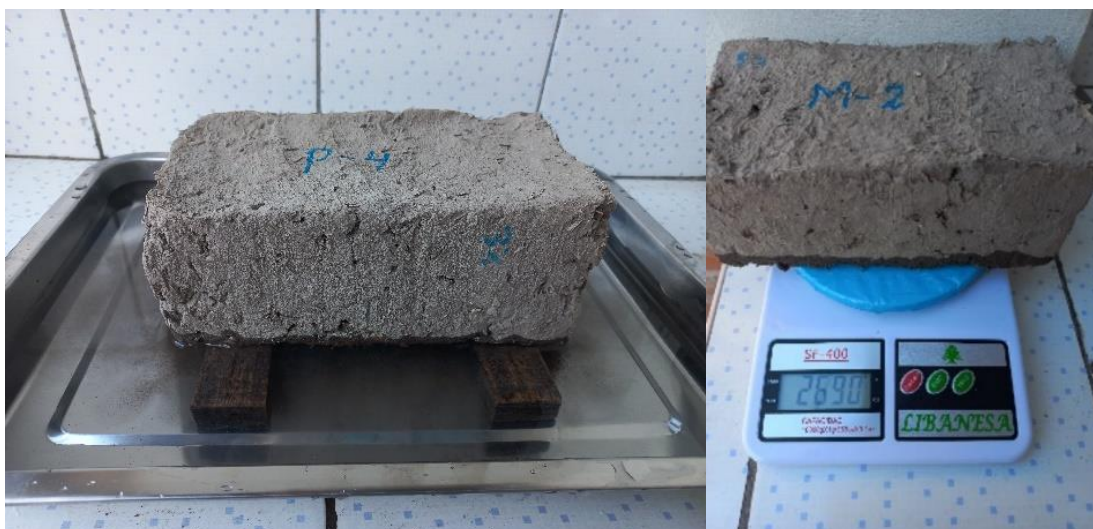
Fuente: Foto propia

Pesado antes a ser sumergido al agua de cada adobe tradicional, porcentajes de viruta de tallo de café en una balanza calibrada.



Fuente: Elaboración propia

Sumergido de los 3mm del adobe en el agua, controlando un minuto para luego llevar a la balanza y pesarlo nuevamente el bloque + el peso de succión de agua.



Fuente: Elaboración propia

Realización de las muestras para el ensayo del mortero, el cual se han pegado 2 bloques de adobe y esperado 28 días para realizar el ensayo.



Fuente: foto propia

Asentado de adobes para realización del ensayo de pilas, el cual se hicieron 12 muestras conteniendo 3 adobes cada una, registrando su altura total:



Fuente: Elaboración propia

Colocación de cada una de las pilas en la máquina compresora, el cual se registra todos los resultados para su posterior cálculo:



Fuente: Elaboración propia

Asentado de adobe para la realización de los 12 muretes, siendo 6 hechos con adobes tradicionales, y 6 con adobes hechos de viruta de tallo de café:



Fuente: Elaboración propia

Muretes después de ser asentado los adobes, para su posterior secado durante 28 días para poder realizar el ensayo.



Fuente: Foto propia

Secado de muros, hechos a medidas de 65x64x10.5 respectivamente en alto, largo y espesor aproximadamente, usando 1.5 cm de junta



Fuente: Foto propia

Aplicación de la carga en la máquina compresora para determinar la fuerza que soporta respecto al ensayo:



Fuente: Foto propia

Fotos del contexto del lugar de las diferentes casas que fueron entrevistadas y impartidas los conocimientos que ayuden a socializar la viruta de tallo de café, mostrando sus beneficios y resultados presente en esta tesis.

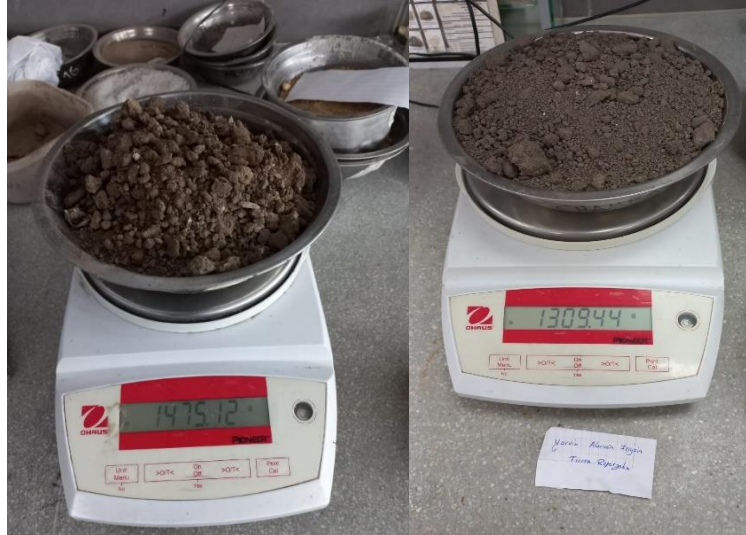


Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 – Panel fotográfico - RESULTADOS

Contenido de humedad:

Acá se muestran los resultados de la muestra húmeda y la muestra pasado por el horno que sería seco.



Fuente: Elaboración propia

Gravedad específica:

En estas imágenes se observa el peso del suelo seca, fiola, fiola + agua, fiola + agua + suelo.



Fuente: Foto propia

Granulometría:

Se pasó a lavar el suelo y registrar sus pesos, evidenciando en las imágenes siguientes donde se muestra la muestra del peso húmedo y seco.



Fuente: Elaboración propia

Luego, estas muestras fueron vertidas a los siguientes tamices: N°10, N°20, N°40, N°50, N°60, N°80, N°140, N°200 y fondo.



Fuente: Elaboración propia

Se registró los pesos de cada uno de los recipientes y el material que se retenía en cada tamiz en el orden anteriormente dado:







Fuente: Elaboración propia

Límite Líquido:

Para este ensayo se inició registrando los nombres y el peso para cada una de las taras:



Fuente: Elaboración propia

Luego se procede a pesar la muestra después de ser pasado por la máquina de Casagrande:



Fuente: Foto propia

Se procedió a colocar al horno por un determinado tiempo y se volvió a pesar, y los resultados son los siguientes:



Fuente: Elaboración propia

Límite plástico:

Para este ensayo se registró el peso de la tara en la cual se usó para colocar los cilindros de 3mm y se pesó nuevamente:



Fuente: Elaboración propia

Se procedió a colocar al horno por un determinado tiempo y se volvió a pesar, y el resultado es el siguiente:



Fuente: Elaboración propia

Densidad de la viruta de tallo de café:

Acá lo primero que se hizo fue pesar la probeta en la cual se realizó el ensayo, y se procedió a llenar de viruta y nuevamente pesar:



Fuente: Elaboración propia

Granulometría de la viruta de tallo de café:

Acá, se ven los resultados dados en la granulometría de viruta, además se pesó el recipiente y una cantidad específica de viruta para ser tamizado:



Fuente: Foto propia

Seguidamente, se muestran los pesos de cada tara y el peso retenido de viruta por cada tamiz:



Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad de la viruta de tallo de café:

Se registró el peso de la tara, muestra seca y muestra húmeda:



Fuente: Elaboración propia

Dosificación de la viruta en el adobe:

Para esto se procedió a sacar barro y medir en el molde de un adobe y se registró su peso, además se le sacó el 2%, 3%, y 5% del peso para sacar el peso final de viruta:



Fuente: Foto propia

Evaluación a la compresión:

Evidencias de resultados por el ensayo de compresión de cubos en la máquina compresora:

Adobes tradicionales:



Evidencias con 2% de viruta de tallo de café:





Evidencias con 3% de viruta de tallo de café:



Adobes con 5% de viruta de tallo de café:



Fuente: Foto propia

Evaluación a la resistencia a flexión:

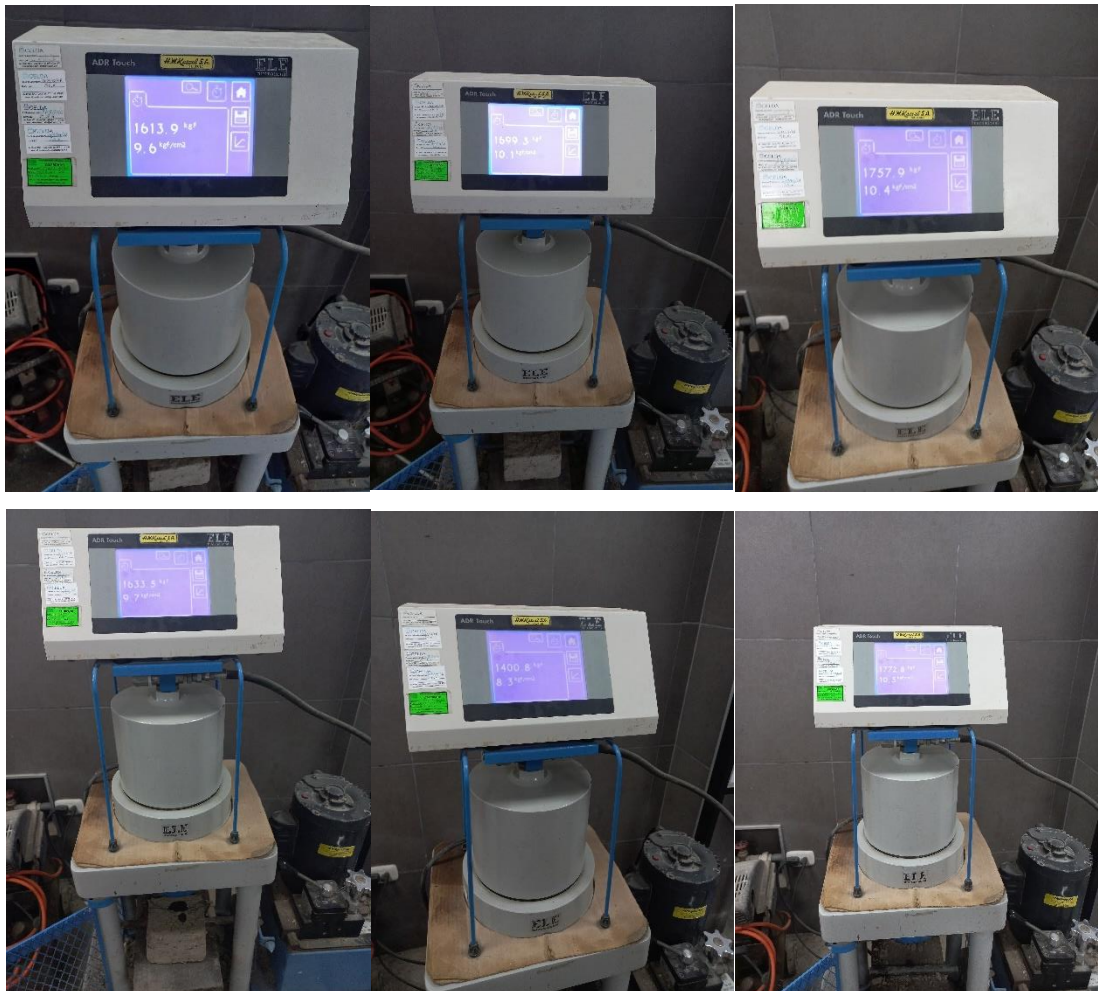
Evidencias del ensayo a flexión de adobes:

Adobes tradicionales:





Evidencias con 2% de viruta de tallo de café:



Evidencias con 3% de viruta de tallo de café:**Evidencias con 5% de viruta de tallo de café:**

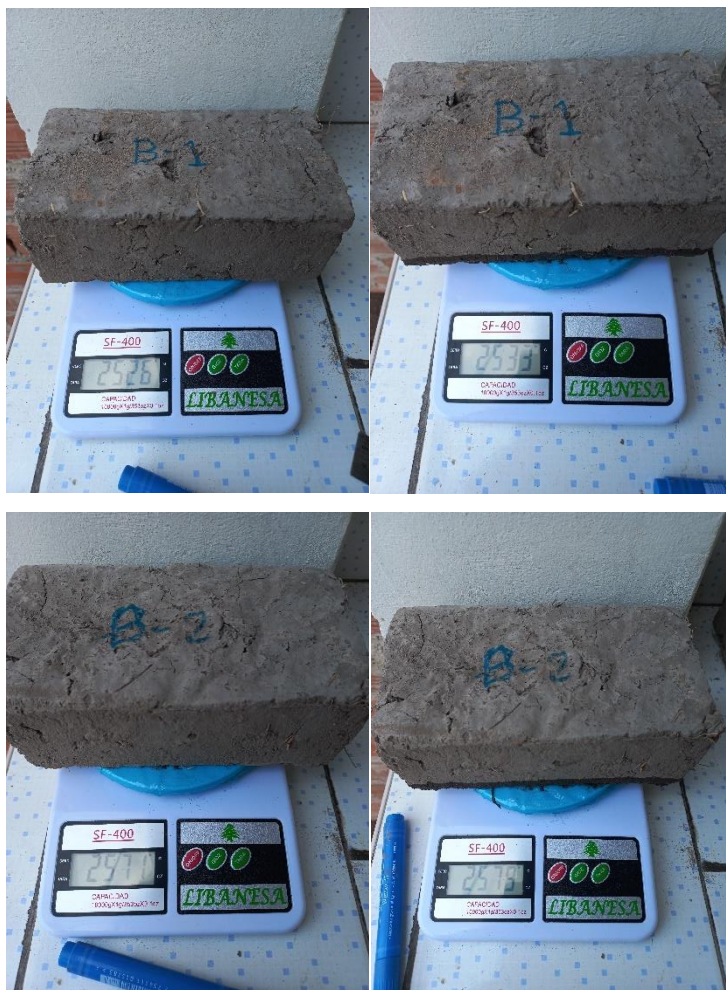


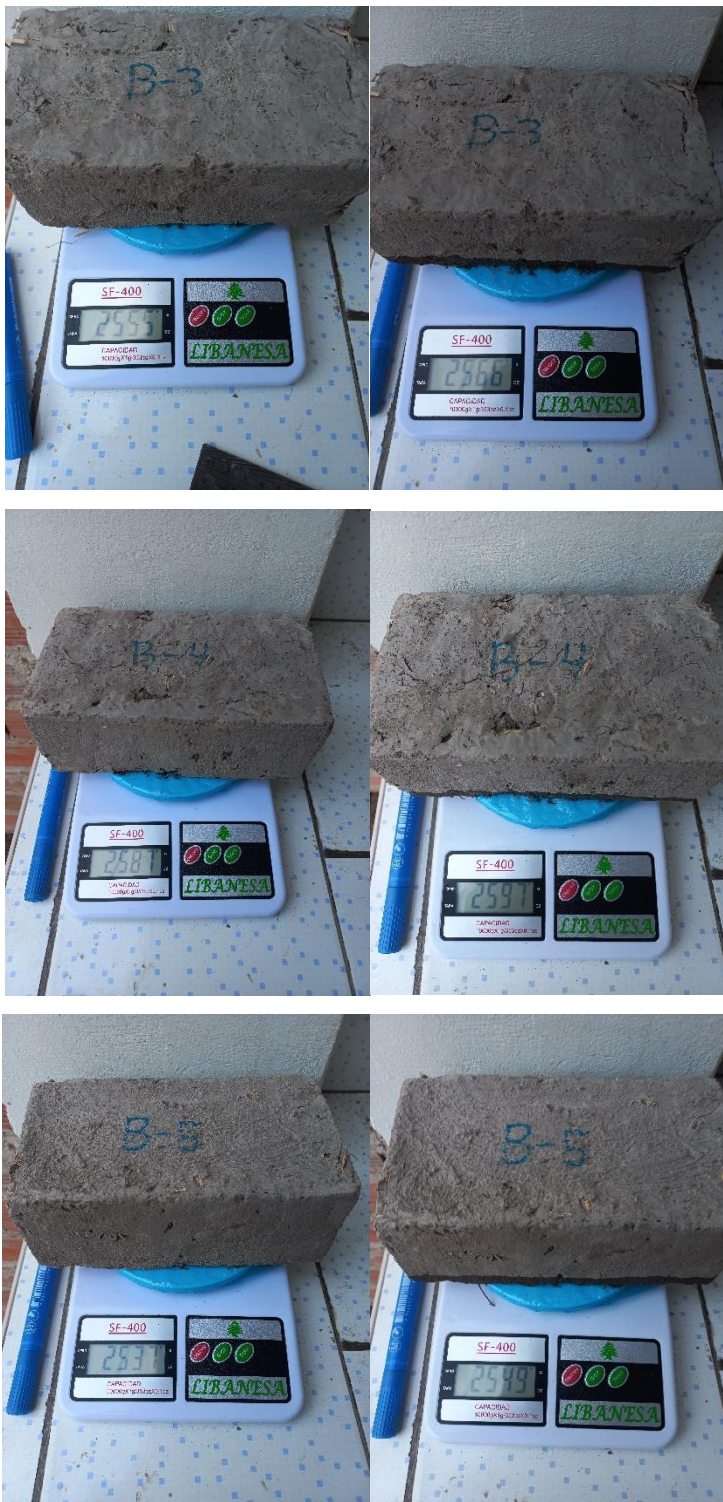
Fuente: Foto propia

Ensayo de succión - absorción:

Continuando, se anotan cada uno de los resultados del ensayo a succión - absorción:

Adobes tradicionales: SECO - HÉMEDO







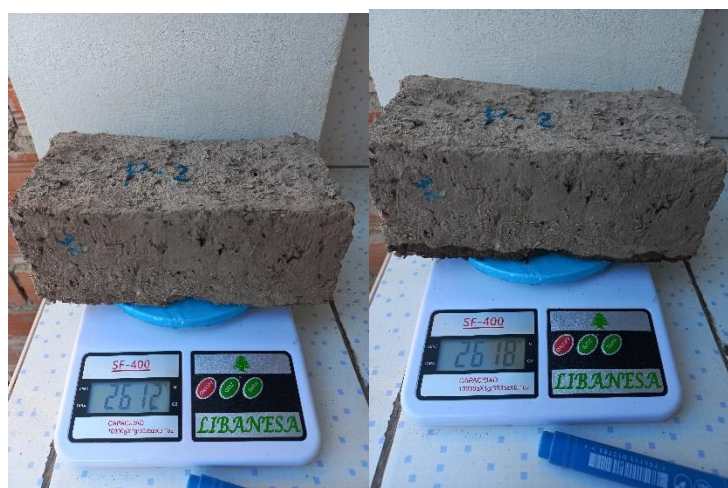
Evidencias con 2%: SECO - HÉMEDO







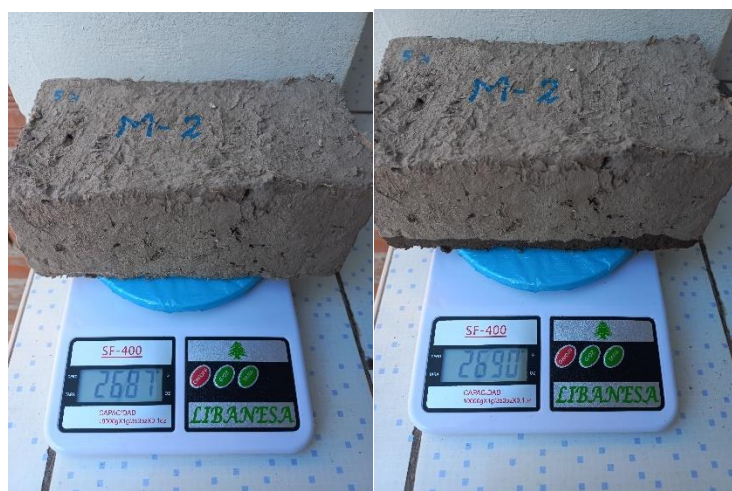
Evidencias con 3% de viruta de tallo de café: SECO - HÉMEDO

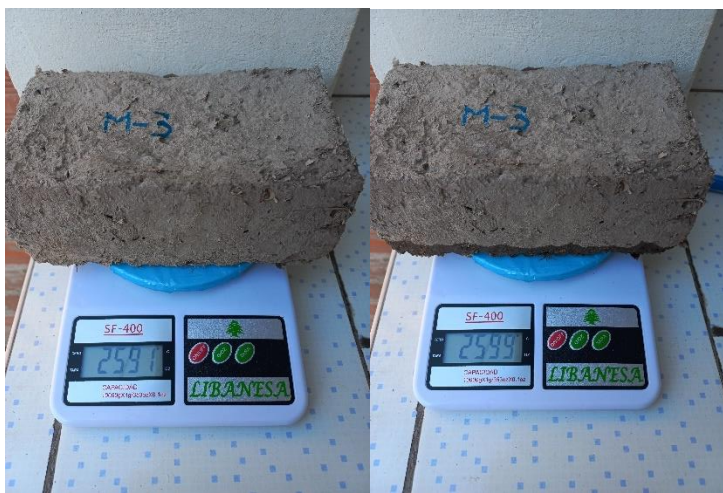






Adobes con 5% de viruta de tallo de café: SECO - HÉMEDO







Fuente: Foto propia

Evaluación a la resistencia del mortero a tracción:

Prosiguiendo, se muestran las evidencias por el ensayo de tracción del mortero:



Fuente: Foto propia

Evaluación a la resistencia mínima de ruptura de muretes (pilas):

Evidencias de los muretes (pilas):

Adobes tradicionales:



Evidencias con 2%:





Fuente: Foto propia

Evaluación a la resistencia mínima de ruptura de muretes diagonales:

Evidencias de cargas de los muretes diagonales:

Adobes tradicionales:



Fuente: Elaboración propia

Evidencias con 2%:

Fuente: Foto propia

Anexo 3 – Ensayos de laboratorio en físico y firmados por el laboratorista de la USAT.

Validación de ensayos de laboratorio – Código: **LEM USAT 035-2024-1**



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 035-2024-1

FECHA: 23 de Mayo 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Yorvin César Alarcón Irigoín

TITULO DE LA TESIS: Evaluación de las propiedades mecánica-físicas del bloque de tierra reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso específico
- Dosificación
- Densidad
- Caracterización fisicoquímica de la viruta
- Compresión
- Flexión
- Absorción – Succión
- Compresión de pilas
- Compresión diagonal de Muretes

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



Fuente: Laboratorio USAT



Contenido de humedad del suelo

Tesista : Alarcón Irigoín, Yorvin César

Faculta: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

Tesis. : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA

Lugar : Desarrollado en la localidad de Tumán

Fecha de emisión : Chiclayo, Agosto del 2023

Ensayo : Contenido de humedad

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.127

I.- Datos		C-01
A.- Peso de muestra húm	(gr.)	1475
B.- Peso de muestra secc	(gr.)	1309
C.- Peso de recipiente	(gr.)	80.1
D.- Contenido de humed	(%)	13.48


Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

TECNICO DE LABORATORIO



GRAVEDAD O PESO ESPECÍFICO

Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César
Escuela : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

Fecha de emisión : Chiclayo, Agosto del 2023

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 10
REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

		M-01
1. N° de fiola		F-2
2. Peso de la fiola	g.	89.71
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g.	50.00
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de l(2+3)	g.	139.71
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g.	367.97
6. Peso de la fiola + peso de agua	g.	338.91
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s)(3)/((3+6)-5)	g/cm ³	2.388

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT






INFORME DE ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César
TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "
Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

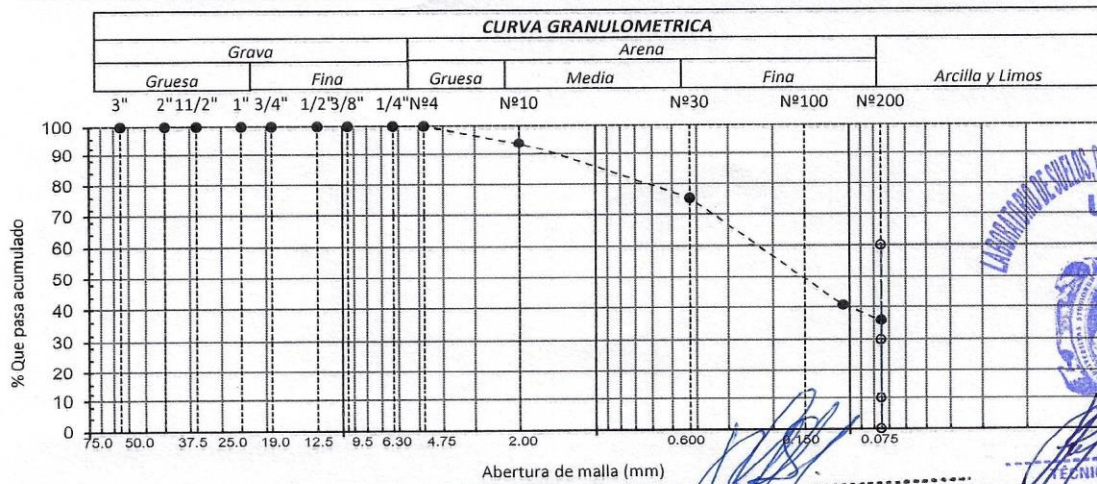
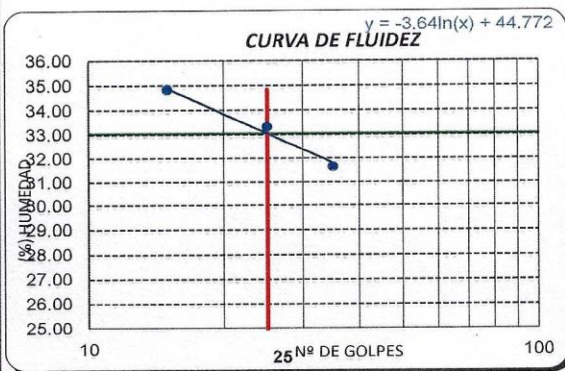
0 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 1.00 m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	100.0
Nº 10	2.000	5.8	94.2
Nº 20	0.850	12.3	87.7
Nº 40	0.425	24.6	75.4
Nº 60	0.250	35.7	64.3
Nº 80	0.180	44.2	55.8
Nº 140	0.106	59.2	40.8
Nº 200	0.075	64.1	35.9

Distribución granulométrica		
% Grava	G.G. %	0.0
	G. F %	0.0
% Arena	A.G %	5.8
	A.M %	18.8
	A.F %	39.5
% Arcilla y Limo		64.1
Total		100.0

Contenido de Humedad	
	13.48

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	33.06 (%)
Límite Plástico (LP)	27.60 (%)
Índice Plástico (IP)	5.46 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción del suelo	Arena limosa
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	BUENO



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



INFORME DE DOSIFICACIÓN

Tesista : Alarcón Irigoin Yorvin César
Escuela : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

Fecha de emisión : Chiclayo, Agosto del 2023

ENSAYO : Dosificación de la viruta de tallo café.

Dosificación de la viruta de tallo café		
Peso en Kg de tierra	% a utilizar de viruta	Peso en Kg de viruta de tallo de café
4039 gr	2%	81 gr
4039 gr	3%	121 gr
4039 gr	5%	202 gr


 Henry Rivadeneyra Obliatas
 Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Contenido de humedad de viruta

Tesista : Alarcón Irigoín, Yorvin César

Faculta: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

Tesis. : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL
 BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA

Lugar : Desarrollado en la localidad de Tumán

Fecha de emisión : Chiclayo, Agosto del 2023

Ensayo : Contenido de humedad de viruta de tallo de café

I.- Datos	C-01
A.- Peso de muestra húi (gr.)	165.06
B.- Peso de muestra sec (gr.)	136.65
C.- Peso de recipiente (gr.)	81.74
D.- Contenido de hume (%)	51.74


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



Granulometría de viruta

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César

TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "



Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

ENSAYO : Viruta. Método de ensayo para hallar el tamaño

Muestra: M-1

TAMICES		PESO
(Pul)	(mm)	RETENIDO
3"	75.000	0.0
2 1/2"	63.000	0.0
2"	50.000	0.00
1 1/2"	37.500	0.00
1"	25.000	0.00
3/4"	19.000	0.00
1/2"	12.500	11.27
3/8"	9.500	7.70
1/4"	6.300	19.86
Nº6	3.350	9.28
Nº10	2.360	7.03
Nº20	1.180	0.00
Nº40	0.600	0.00
Nº50	0.300	0.00
Nº60	0.250	0.00
Nº80	0.180	0.00
Nº140	0.106	0.00
Nº200	0.075	0.00
< Nº 200	FONDO	0.24




Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



DENSIDAD DE LA VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ

Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César
Escuela : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

ENSAYO : Densidad de la viruta

		M-01
1. Peso de la probeta	g.	228.14
2. Peso de la muestra de viruta + peso de la probeta	g.	352.95
3. Peso de la muestra	g.	124.81
3. Radio de la probeta	cm	5.00
4. Altura de la probeta	cm	20.00
3. Volumen de la probeta	cm ²	1570.80
7. Densidad	$\rho = m/v$ g/cm ²	0.079

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

LABORATORIO



CARACTERIZACIÓN FÍSICA QUÍMICA DE LA VIRUTA

Tesista : Alarcón Irigoín, Yorvin César
Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis. : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "
Lugar : Laboratorio físico químico ambiental Perú - Trujillo
Fecha de emisión : 8 de septiembre 2023
Ensayo : Caracterización física-química de viruta de tallo de café



I .- Físicas

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Azufre	%	0.07
Humedad	%	16.50
Volátiles	%	74.60
Cenizas	%	2.13
Carbón Fijo	%	11.80
Poder Calorífico	(Kcal/Kg)	8427.00

II .- Químicas

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Carbono	%	44.00
Oxígeno	%	35.80
Hidrógeno	%	4.71
Nitrógeno	%	0.90
Azufre	%	0.07

Trujillo 15 de setiembre del 2023


 Henry Rivadeneira Obillas
 Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesisista : Alarcón Irigoín Yorvin César

TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

ENSAYO : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia a compresión.

REFERENCIA : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA

N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	1-P	28	91.0	89.1	91.4	89.1	89.8	89.9	89.6	89.7	87.0	87.7	88.6	88.9
2	2-P	28	89.9	91.3	91.7	90.0	89.9	89.0	90.0	89.7	88.1	86.7	88.1	86.8
3	3-P	28	90.1	91.1	92.3	91.2	90.5	89.7	90.0	89.9	85.3	86.4	86.4	85.3
4	4-P	28	90.6	90.7	90.9	90.8	90.0	90.1	90.0	90.0	88.3	87.4	87.7	87.9
5	5-P	28	91.2	90.8	91.1	90.4	89.9	89.9	89.9	89.9	85.4	87.1	86.8	86.5
6	6-P	28	89.8	89.9	90.0	90.3	90.1	90.0	89.9	90.2	84.4	83.3	84.2	85.0

ADOBE TRADICIONAL - PAJA

DESCRIPCIÓN	PESO (gr)	ALTURA PROMEDIO (cm)	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1-P	1046	8.805	8.977	9.015	1255.1	15.51 Kg/cm ²
2-P	1140	8.743	8.965	9.073	1146.5	14.10 Kg/cm ²
3-P	1126	8.585	9.003	9.118	1334.8	16.26 Kg/cm ²
4-P	1174	8.783	9.003	9.075	1341.4	16.42 Kg/cm ²
5-P	1196	8.645	8.990	9.088	1123.3	13.75 Kg/cm ²
6-P	1166	8.423	9.005	9.000	1124.1	13.87 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1141.33	8.66	8.99	9.06		14.98 Kg/cm ²

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE - 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ

N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2%-1	28	87.1	89.5	88.9	89.0	89.1	89.7	88.6	88.8	90.1	90.6	90.5	90.1
2	2%-2	28	88.7	89.9	89.8	90.0	90.4	88.6	88.7	89.9	87.1	88.8	88.1	87.8
3	2%-3	28	88.0	88.6	88.5	88.3	88.2	89.9	89.4	88.7	88.8	87.6	87.2	87.8
4	2%-4	28	89.1	89.2	88.1	89.8	88.9	89.6	88.6	88.2	86.9	87.3	87.6	86.5
5	2%-5	28	90.1	89.9	88.8	89.2	88.5	88.8	88.5	89.2	89.7	88.6	88.3	89.1
6	2%-6	28	90.2	89.8	89.9	89.5	88.2	90.0	88.7	88.3	86.9	87.3	88.0	87.5

ADOBE CON 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ

DESCRIPCIÓN	PESO (gr)	ALTURA PROMEDIO (cm)	LARGO PROMEDIO (cm)	ANCHO PROMEDIO (cm)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)
2%-1	1398	9.033	8.905	8.863	1441.7	18.27 Kg/cm ²
2%-2	1438	8.795	8.940	8.960	1205.7	15.05 Kg/cm ²
2%-3	1398	8.785	8.905	8.835	1321.9	16.80 Kg/cm ²
2%-4	1358	8.708	8.883	8.905	1330.7	16.82 Kg/cm ²
2%-5	1416	8.893	8.875	8.950	1283.3	16.16 Kg/cm ²
2%-6	1414	8.743	8.880	8.985	1210.3	15.17 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1403.67	8.83	8.90	8.92		17.01 Kg/cm ²

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE - 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ

N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	1-3%	28	90.8	90.3	90.2	90.3	90.1	89.2	89.1	89.4	87.6	88.5	88.1	88.0
2	2-3%	28	88.8	89.1	88.9	89.5	88.2	89.5	88.1	88.9	86.4	85.9	87.1	86.6
3	3-3%	28	90.1	90.5	89.2	89.6	92.6	93.4	90.9	90.4	85.6	85.1	86.3	86.1
4	4-3%	28	92.6	93.1	92.1	92.2	90.1	89.2	90.5	89.9	85.3	84.9	85.1	85.0
5	5-3%	28	90.9	90.2	91.6	91.3	91.0	90.8	90.3	90.2	87.3	88.2	87.1	87.8
6	6-3%	28	90.1	89.6	90.2	89.6	89.1	88.2	89.9	89.8	90.0	89.7	89.2	89.6



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César
 TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "
 Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán
 ENSAYO : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia a compresión.
 REFERENCIA : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

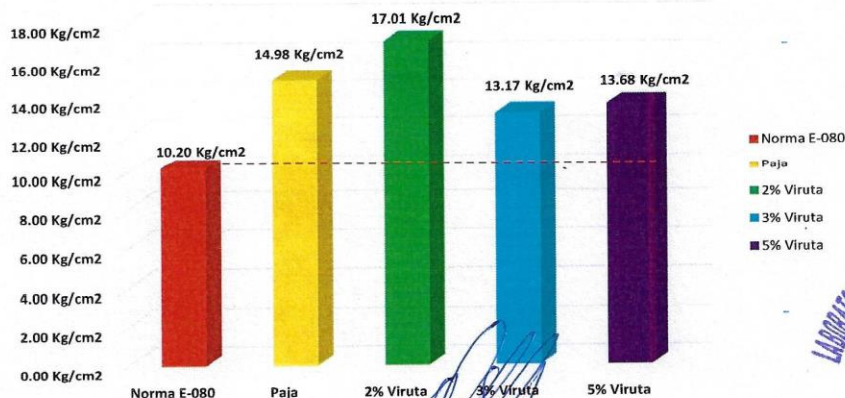
ADOBE CON 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN	PESO	ALTURA	LARGO	ANCHO	CARGA	ESFUERZO
	(gr)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)		
1-3%	1342	8.805	8.945	9.040	1011.5	12.51 Kg/cm ²
2-3%	1354	8.650	8.868	8.908	1095.1	13.86 Kg/cm ²
3-3%	1338	8.578	9.183	8.985	1090.2	13.21 Kg/cm ²
4-3%	1312	8.508	8.993	9.250	1089.9	13.10 Kg/cm ²
5-3%	1394	8.760	9.058	9.100	947.2	11.49 Kg/cm ²
6-3%	1376	8.963	9.150	8.988	1001.1	12.17 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1352.67	8.71	9.03	9.05		13.17 Kg/cm²

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE BLOQUE DE ADOBE - 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ														
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES											
			ANCHO				LARGO				ALTURA			
			H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	H4(mm)	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
1	1-5%	28	89.7	88.1	90.1	88.9	89.5	88.2	89.1	89.1	87.9	88.8	89.1	86.8
2	2-5%	28	88.2	89.1	88.4	88.7	89.4	89.9	88.8	88.7	86.9	85.2	87.8	87.5
3	3-5%	28	89.9	88.2	88.4	88.1	89.1	88.1	89.4	89.2	87.8	88.5	88.1	88.0
4	4-5%	28	90.6	90.4	91.1	90.8	92.1	93.1	90.9	91.3	88.6	86.6	86.3	88.2
5	5-5%	28	88.4	88.7	89.3	89.6	88.3	89.1	88.9	89.6	86.7	87.2	86.0	87.5
6	6-5%	28	89.8	90.3	90.1	89.9	91.3	90.9	90.3	91.6	85.5	86.3	85.9	87.1

ADOBE CON 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN	PESO	ALTURA	LARGO	ANCHO	CARGA	ESFUERZO
	(gr)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO (cm)		
1-5%	1254	8.815	8.898	8.920	1091.5	13.75 Kg/cm ²
2-5%	1232	8.685	8.920	8.860	1038.0	13.13 Kg/cm ²
3-5%	1250	8.810	8.895	8.865	1029.3	13.05 Kg/cm ²
4-5%	1208	8.743	9.185	9.073	1045.2	12.54 Kg/cm ²
5-5%	1218	8.685	8.898	8.900	1171.0	14.79 Kg/cm ²
6-5%	1218	8.620	9.103	9.003	915.9	11.18 Kg/cm ²
PROMEDIOS	1230.00	8.73	8.98	8.94		13.68 Kg/cm²

Norma E-080	10.20 Kg/cm ²
Paja	14.98 Kg/cm ²
2% Viruta	17.01 Kg/cm ²
3% Viruta	13.17 Kg/cm ²
5% Viruta	13.68 Kg/cm ²

COMPRESIÓN



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





ENSAYO DE FLEXIÓN

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis : Alarcón Irigoín Yorvin César

TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

ENSAYO : Ensayo de Flexión del bloque de adobe

ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES					Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)	
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)				
1	1-P	28	104.9	105.6	208.9	206.9	79.6	78.9	1004.1	9846.81	80
2	2-P	28	105.3	105.2	207.3	209.9	78.3	79.5	1263.1	12386.72	80
3	3-P	28	105.9	106.7	209.8	210.1	80.1	79.6	1184.6	11616.90	80
4	4-P	28	104.8	105.2	205.9	209.7	75.6	79.3	1156.2	11338.39	80
5	5-P	28	105.2	104.5	208.9	209.1	77.8	78.9	1197.8	11746.35	80
6	6-P	28	104.7	104.9	209.4	209.3	79.1	79.5	1024.1	10042.94	80


ADOBE TRADICIONAL - PAJA						
DESCRIPCIÓN	Dist. Entre apoyos (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	LARGO PROMEDIO (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	Mr (flexión) (Mpa)	Flexión-Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
1-P	80.00	79.25	207.90	105.25	1.191694	12.15 Kg/cm ²
2-P	80.00	78.90	208.60	105.25	1.512412	15.42 Kg/cm ²
3-P	80.00	79.85	209.95	106.30	1.371188	13.98 Kg/cm ²
4-P	80.00	77.45	207.80	105.00	1.440155	14.69 Kg/cm ²
5-P	80.00	78.35	209.00	104.85	1.459978	14.89 Kg/cm ²
6-P	80.00	79.30	209.35	104.80	1.219111	12.43 Kg/cm ²
PROMEDIOS	80.00	78.85	208.77	105.24		14.74 Kg/cm ²

ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE - 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES					Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)	
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)				
1	2%	28	107.5	107.9	209.2	209.8	79.7	79.5	1613.9	15826.87	80
2	2%	28	108.0	108.6	210.0	209.9	78.9	79.9	1699.9	16670.24	80
3	2%	28	108.8	105.0	208.8	210.1	80.0	79.8	1757.9	17239.02	80
4	2%	28	107.7	107.0	207.9	209.4	79.9	79.8	1633.5	16019.08	80
5	2%	28	108.0	107.5	207.7	209.1	78.2	79.5	1400.8	13737.09	80
6	2%	28	108.0	109.5	208.1	208.3	79.8	79.9	1772.8	17385.14	80

ADOBE CON 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN	Dist. Entre apoyos (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	LARGO PROMEDIO (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	Mr (flexión) (Mpa)	Flexión-Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
0.02	80.00	79.60	209.50	107.70	1.855424	18.92 Kg/cm ²
0.02	80.00	79.40	209.95	108.30	1.95327	19.92 Kg/cm ²
0.02	80.00	79.90	209.45	106.90	2.020837	20.61 Kg/cm ²
0.02	80.00	79.85	208.65	107.35	1.872301	19.09 Kg/cm ²
0.02	80.00	78.85	208.40	107.75	1.640453	16.73 Kg/cm ²
0.02	80.00	79.85	208.20	108.75	2.005807	20.45 Kg/cm ²
PROMEDIOS	80.00	79.58	209.03	107.79		20.02 Kg/cm ²

ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE - 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES					Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)	
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)				
1	3%	28	104.5	105.0	209.9	208.9	79.6	78.9	866.7	8499.38	80
2	3%	28	104.7	104.9	208.9	208.7	78.3	79.5	824.0	8080.64	80
3	3%	28	104.7	104.7	209.8	210.2	80.1	79.6	618.2	6062.44	80
4	3%	28	104.2	104.9	207.9	208.2	75.6	79.3	908.0	8904.39	80
5	3%	28	105.0	104.6	207.9	209.1	77.8	78.9	813.7	7979.63	80
6	3%	28	104.9	104.9	210.0	208.9	79.1	78.5	892.4	8751.41	80

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




TÉCNICO DE LABORATORIO



ENSAYO DE FLEXIÓN

Facultad : INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César
 TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "
 Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tután
 ENSAYO : Ensayo de Flexión del bloque de adobe

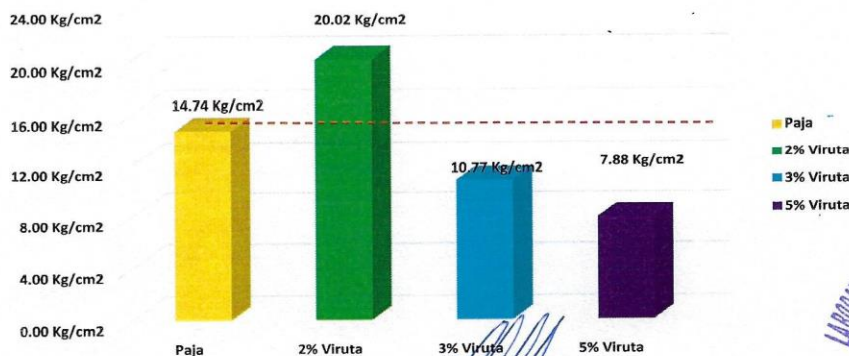
ADOBE CON 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN N	Dist. Entre apoyos	ALTURA PROMEDIO	LARGO PROMED	ANCHO PROMEDIO	Mr (flexión)	Flexión-Módulo de Rotura
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	Mpa	Kg/cm ²
0.03	80.00	79.25	209.40	104.75	1.033534	10.54 Kg/cm ²
0.03	80.00	78.90	208.80	104.80	0.990878	10.10 Kg/cm ²
0.03	80.00	79.85	210.00	104.70	0.726509	7.41 Kg/cm ²
0.03	80.00	77.45	208.05	104.55	1.135867	11.58 Kg/cm ²
0.03	80.00	78.35	208.50	104.80	0.992278	10.12 Kg/cm ²
0.03	80.00	79.30	209.45	104.90	1.06132	10.82 Kg/cm ²
PROMEDIOS	80.00	78.85	209.03	104.75		10.77 Kg/cm²

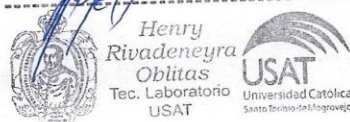
ENSAYO DE FLEXIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE - 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ											
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIMENSIONES						Fuerza (Kgf)	Carga (N)	Dist. Entre apoyos (mm)
			ANCHO		LARGO		ALTURA				
			H1(mm)	H2(mm)	L1(mm)	L2(mm)	(mm)	(mm)			
1	5%	28	103.3	104.9	208.3	206.9	79.5	78.9	503.3	4935.66	80
2	5%	28	104.5	105.2	207.3	207.9	78.9	78.5	538.6	5281.83	80
3	5%	28	104.8	105.3	208.8	210.1	79.0	79.1	629.2	6170.31	80
4	5%	28	104.3	105.0	206.9	209.7	77.3	78.3	586.9	5755.49	80
5	5%	28	105.2	104.3	207.9	208.1	77.1	78.8	666.3	6534.14	80
6	5%	28	104.6	104.9	209.4	208.3	78.1	79.2	656.0	6433.13	80

ADOBE CON 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ						
DESCRIPCIÓN N	Dist. Entre apoyos	ALTURA PROMEDIO	LARGO PROMED	ANCHO PROMEDIO	Mr (flexión)	Flexión-Módulo de Rotura
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	Mpa	Kg/cm ²
0.05	80.00	79.200	207.600	104.100	0.60469	6.17 Kg/cm ²
0.05	80.00	78.700	207.600	104.850	0.65066	6.63 Kg/cm ²
0.05	80.00	79.050	209.450	105.300	0.75018	7.65 Kg/cm ²
0.05	80.00	77.800	208.300	104.650	0.72690	7.41 Kg/cm ²
0.05	80.00	77.950	208.000	104.750	0.82128	8.37 Kg/cm ²
0.05	80.00	78.650	208.850	104.750	0.79426	8.10 Kg/cm ²
PROMEDIOS	80.00	78.56	208.30	104.73		7.88 Kg/cm²

Paja	14.74 Kg/cm ²
2% Viruta	20.02 Kg/cm ²
3% Viruta	10.77 Kg/cm ²
5% Viruta	7.88 Kg/cm ²

FLEXIÓN



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT




ENSAYO DE SUCCIÓN - ABSORCIÓN

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Tesis : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "
Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán
ENSAYO : Ensayo de Succión

SUCCIÓN - ADOBE TRADICIONAL								
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)	Desviación estandar
B - 1	2526	20.40	10.40	212.16	1.00	2533	6.60	
B - 2	2571	20.40	10.50	214.20	1.00	2579	7.47	
B - 3	2555	20.40	10.60	216.24	1.00	2566	10.17	
B - 4	2587	20.40	10.60	216.24	1.00	2597	9.25	1.95
B - 5	2537	20.50	10.50	215.25	1.00	2549	11.15	
B - 6	2654	20.40	10.50	214.20	1.00	2667	12.14	
Promedio	2571.67	20.42	10.52	214.72	1.00	2581.83	9.46	

SUCCIÓN - ADOBE CON 2% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ								
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)	Desviación estandar
A - 1	3071	20.90	10.60	221.54	1.00	3074	2.71	
A - 2	2518	20.50	10.60	217.30	1.00	2521	2.76	
A - 3	2468	20.70	10.70	221.49	1.00	2472	3.61	
A - 4	2955	20.70	10.80	223.56	1.00	2959	3.58	0.67
A - 5	2534	20.60	10.70	220.42	1.00	2539	4.54	
A - 6	2972	20.70	10.60	219.42	1.00	2975	2.73	
Promedio	2753.00	20.68	10.67	220.62	1.00	2756.67	3.32	

SUCCIÓN - ADOBE CON 3% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ								
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)	Desviación estandar
P - 1	2589	20.60	10.60	218.36	1.00	2597	7.33	
P - 2	2612	20.50	10.60	217.30	1.00	2618	5.52	
P - 3	2898	20.50	10.70	219.35	1.00	2904	5.47	
P - 4	3028	20.80	10.70	222.56	1.00	3033	4.49	1.13
P - 5	2670	20.60	10.70	220.42	1.00	2674	3.63	
P - 6	2581	21.00	10.80	226.80	1.00	2587	5.29	
Promedio	2729.67	20.67	10.68	220.80	1.00	2735.50	5.29	

SUCCIÓN - ADOBE CON 5% DE VIRUTA DE TALLO DE CAFÉ								
Espécimen	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Tiempo de succión (min)	Peso con agua succionada (gr)	Succión (gr./min./200cm ²)	Desviación estandar
M - 1	2546	20.80	10.60	220.48	1.00	2550	3.63	
M - 2	2687	20.70	10.50	217.35	1.00	2690	2.76	
M - 3	2591	21.00	10.80	226.80	1.00	2599	7.05	
M - 4	2479	20.50	10.70	219.35	1.00	2485	5.47	1.62
M - 5	2427	21.00	10.80	226.80	1.00	2435	7.05	
M - 6	2619	20.60	10.80	222.48	1.00	2624	4.49	
Promedio	2558.17	20.77	10.70	222.21	1.00	2563.83	5.08	



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE SUCCIÓN - ABSORCIÓN

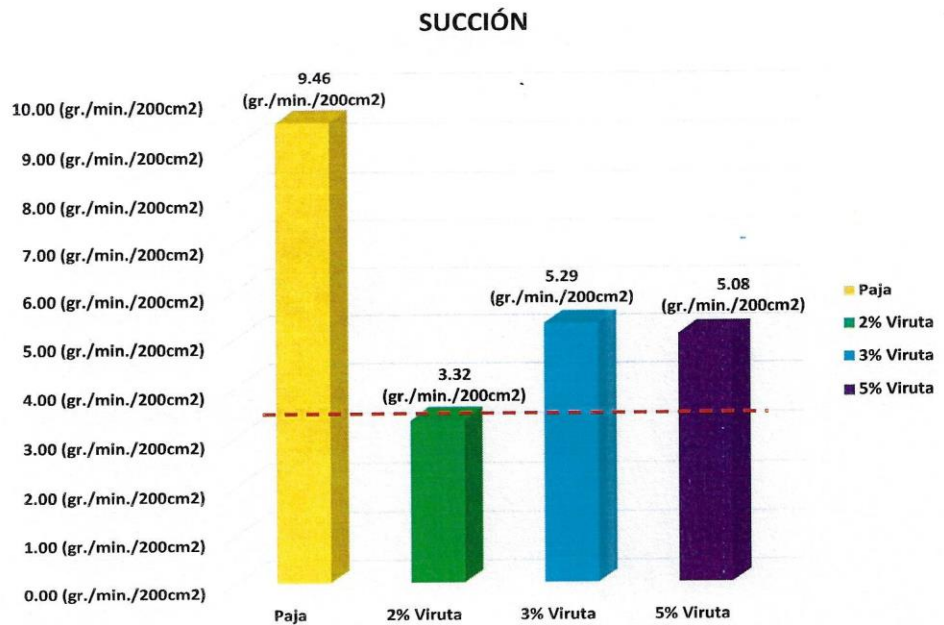
Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César


TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

ENSAYO : Ensayo de Succión

Paja	9.46 (gr./min./200cm ²)
2% Viruta	3.32 (gr./min./200cm ²)
3% Viruta	5.29 (gr./min./200cm ²)
5% Viruta	5.08 (gr./min./200cm ²)




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tco. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



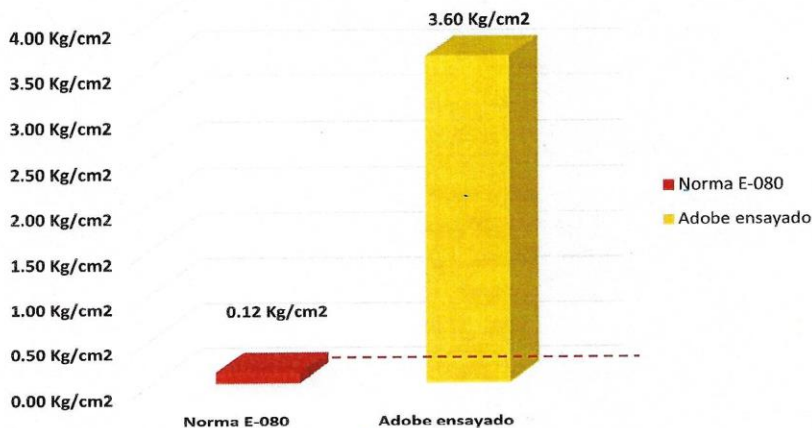
INFORME DE ENSAYO DEL MORTERO A LA TRACCIÓN

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César
 TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "
 Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán
 ENSAYO : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia a tracción del mortero.
 REFERENCIA : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN CON VIRUTA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	a (cm)	b (cm)	α	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm2)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1633.30	3.703628118
2	2-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1498.30	3.397505669
3	3-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1729.70	3.922222222
4	4-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1451.50	3.29138322
5	5-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1495.60	3.39138322
6	6-A	12/12/2023	09/01/2024	28	10.5 cm	21 cm	0.5	1469.10	3.331292517
Promedio									3.603684807

Norma E-080	0.12 Kg/cm ²
Adobe ensayado	3.60 Kg/cm ²

Resistencia del mortero a la tracción



Henry Rivadeneira Obiitas
 Tec. Laboratorio USAT





INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN (PILAS)

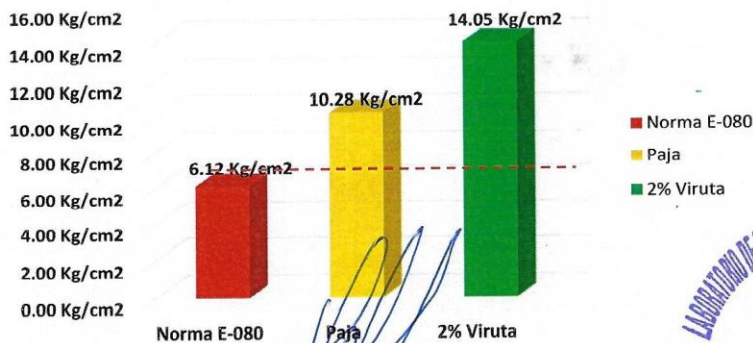
Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Alarcón Irigoín Yorvín César
 TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "
 Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán
 ENSAYO : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia a compresión de las pilas.
 REFERENCIA : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2103.80	9.541043084
2	2-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2489.20	11.28888889
3	3-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2118.30	9.606802721
4	4-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2171.70	9.848979592
5	5-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2059.30	9.339229025
6	6-P	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2284.60	10.36099773
Promedio									10.27641723

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA									
N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2963.90	13.44172336
2	2-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	3131.30	14.20090703
3	3-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2884.00	13.07936508
4	4-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	3298.00	14.9569161
5	5-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2917.30	13.23038549
6	6-V	11/01/2024	08/02/2024	28	10.5 cm	21 cm	220.5	2995.10	13.58321995
Promedio									14.04569161

Norma E-080	6.12 Kg/cm ²
Paja	10.28 Kg/cm ²
2% Viruta	14.05 Kg/cm ²

COMPRESIÓN DE MURETES (PILAS)



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT






INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Alarcón Irigoin Yorvin César

TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

ENSAYO : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.

REFERENCIA : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA

N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	a ANCHO (cm)	E _m ESPESOR (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-P	31/01/2024	28/02/2024	28	64.00 cm	10.50 cm	1344.00	727	0.540922619
2	2-P	31/01/2024	28/02/2024	28	64.25 cm	10.50 cm	1349.25	956	0.708541782
3	3-P	31/01/2024	28/02/2024	28	62.00 cm	10.50 cm	1302.00	721	0.553763441
4	4-P	31/01/2024	28/02/2024	28	62.00 cm	10.50 cm	1302.00	862	0.662058372
5	5-P	31/01/2024	28/02/2024	28	63.50 cm	10.50 cm	1333.50	566	0.424446944
6	6-P	31/01/2024	28/02/2024	28	63.50 cm	10.50 cm	1333.50	668	0.500937383
Promedio									0.616321554

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PILAS DEL BLOQUE DE ADOBE TRADICIONAL - MUESTRA PATRÓN CON PAJA

N° DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE:		EDAD (Días)	a ANCHO (cm)	E _m ESPESOR (cm)	ÁREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ROTURA (f'm=Kg/cm ²)
		MOLDEO	ROTURA						
1	1-V	31/01/2024	28/02/2024	28	63.50 cm	10.50 cm	1333.50	1166	0.874390701
2	2-V	31/01/2024	28/02/2024	28	63.00 cm	10.50 cm	1323.00	1221	0.922902494
3	3-V	31/01/2024	28/02/2024	28	65.00 cm	10.50 cm	1365.00	998	0.731135531
4	4-V	31/01/2024	28/02/2024	28	64.25 cm	10.50 cm	1349.25	1190	0.881971466
5	5-V	31/01/2024	28/02/2024	28	64.00 cm	10.50 cm	1344.00	1331	0.990327381
6	6-V	31/01/2024	28/02/2024	28	64.25 cm	10.50 cm	1349.25	1277	0.946451732
Promedio									0.935413268


 Henry Ribadenebra Obiitas
 Tec. Laboratorio USAT




 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

Facultad : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 Tesista : Alarcón Irigoín Yorvin César

TESIS : " EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ "

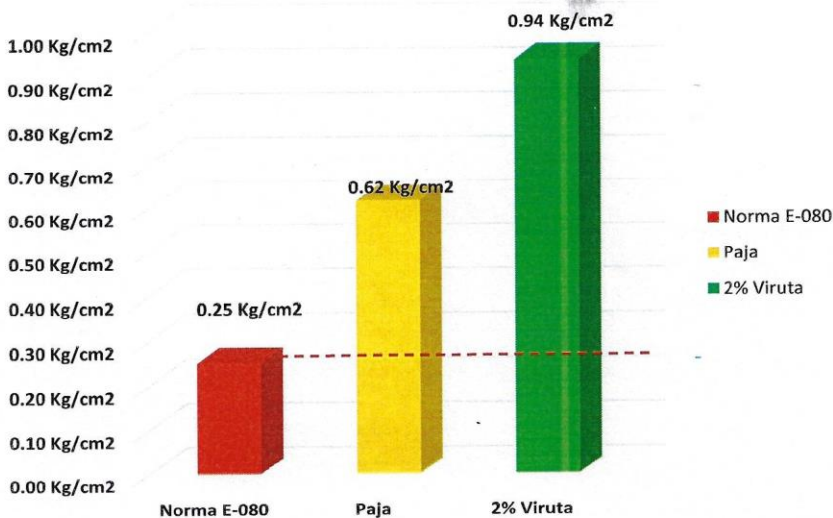
Ubicación : Desarrollado en la localidad de Tumán

ENSAYO : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.

REFERENCIA : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Norma E-080	0.25 Kg/cm ²
Paja	0.62 Kg/cm ²
2% Viruta	0.94 Kg/cm ²

COMPRESIÓN DE COMPRESIÓN DIAGONAL



Henry Rivadeneira Obiitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TÉCNICO DE LABORATORIO

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 22 de marzo del 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “Evaluación de las propiedades mecánicas-físicas del bloque de tierra reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Yorvin César Alarcón Irigoín identificado con DNI N° 71229350 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado “Evaluación de las propiedades mecánicas-físicas del bloque de tierra reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta. NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (12)

Atentamente.



LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo : **3101A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : Yorvin César Alarcón Irigoin

 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas-físicas del bloque de tierra reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café

 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 31 de enero del 2024
 Inicio de ensayo : Miércoles, 31 de enero del 2024
 Fin de ensayo : Miércoles, 28 de febrero del 2024

 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm2	Altura/espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm2
01	MURETE-ADOBE PATRON	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	64.0	57.5	903.38146	5.5	727	0.57
02	MURETE-ADOBE PATRON	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	64.3	59.5	919.47347	5.7	956	0.52
03	MURETE-ADOBE PATRON	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	62.0	58.0	891.44938	5.5	721	0.40
04	MURETE-ADOBE PATRON	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	62.0	58.8	896.84768	5.6	862	0.48
05	MURETE-ADOBE PATRON	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	63.5	59.8	915.50803	5.7	566	0.31
06	MURETE-ADOBE PATRON	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	63.5	59.0	910.12956	5.6	668	0.37
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_28 días									0.49		(Kg/Cm2)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
 Ronal Enrique Altamirano Llantop
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246504


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio del Mogrovejo


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 3101A-24/ LEMS W&C
Solicitante : Yorvin César Alarcón Irigoín

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades mecánicas-físicas del bloque de tierra reforzada mediante la inclusión de viruta del tallo de café

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 31 de enero del 2024
Inicio de ensayo : Miércoles, 31 de enero del 2024
Fin de ensayo : Miércoles, 28 de febrero del 2024

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diaconal.
Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura/ espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	MURETE ADOBE PATRON + 2%VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	63.5	59.8	915.50803	5.7	1166	0.64
02	MURETE ADOBE PATRON + 2%VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	63.0	58.5	902.70998	5.6	1221	0.68
03	MURETE ADOBE PATRON + 2%VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	65.0	60.8	934.17919	5.8	998	0.53
04	MURETE ADOBE PATRON + 2%VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	64.3	60.8	928.44139	5.8	1190	0.64
05	MURETE ADOBE PATRON + 2%VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	64.0	61.3	930.15793	5.8	1331	0.72
06	MURETE ADOBE PATRON + 2%VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ	31/01/2024	28/02/2024	28	10.5	64.3	61.5	933.86934	5.9	1277	0.68
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_28 días										0.68	(Kg/Cm2)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
Ronal Enrique Altamirano Llontop
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246964


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Sedes Unidas Chiclayo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA DE MURETES
Capacidad	20000 kgf
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-057
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315A
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

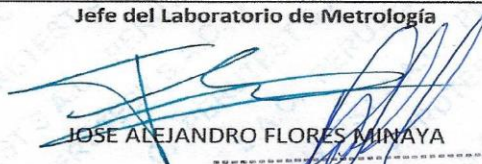
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

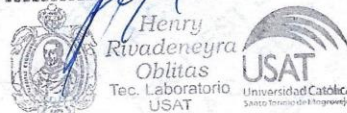
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



Sello





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

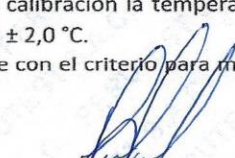

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.


 Henry Rivadeneyra Obítas
 Tec. Laboratorio USAT






PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

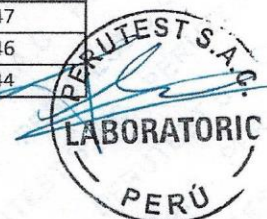
Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.60 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica
Santo Domingo de los Andes



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



REPORTE DE ANALISIS FQA PERU SAC

SOLICITANTE	: YORVIN CESAR ALARCON IRIGOIN
PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICA-FÍSICAS DEL BLOQUE DE TIERRA REFORZADA MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE VIRUTA DEL TALLO DE CAFÉ
MUESTRA	: VIRUTA DE TALLO DE CAFE
FECHA DE INGRESO	: 08 DE SETIEMBRE DEL 2023
MUESTRA PUESTA EN LABORATORIO	

DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
AZUFRE	%	0.07
HUMEDAD	%	16.5
VOLATILES	%	74.6
CENIZAS	%	2.13
CARBON FIJO	%	11.8
PODER CALORIFICO	(Kcal/Kg)	8427

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
CARBONO	%	44.0
OXIGENO	%	35.80
HIDROGENO	%	4.71
NITROGENO	%	0.90
AZUFRE	%	0.07

TRUJILLO 15 DE SETIEMBRE DEL 2023



Jenny Rivadeneira Obillas
Téc. Laboratorio
USAT



CARLOS ALBERTO VALQUINER
INGENIERO QUÍMICO
CIP 122586



TÉCNICO DE LABORATORIO

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com