

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**COMPARACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y
MECÁNICOS DEL ADOBE TRADICIONAL CON ADOBE
REFORZADO CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE
AZÚCAR, LUYA, 2022**

Autor: Bach. Luis Aldo Castillo Ampuero

Asesor: Mg. Jorge Chávez Guivin

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi padre Luis Artemio Castillo Dávila quien estuvo conmigo en este arduo camino de formación, enseñándome a afrontar y dar solución a los problemas que se presentan en la vida, incentivándome a no rendirme nunca, a perseguir siempre mis sueños y cumplir mis metas.

A mi madre Isabel Ampuero Meléndez, por ser mi soporte, mi fortaleza, y mi inspiración del día a día, por enseñarme a darle valor a las cosas, a quien con su sacrificio logró convertirme en una persona de bien, formada con buenos valores y principios.

A mis hermanos, Llaquely Cortez Ampuero, Jerly Berenice Castillo Ampuero y Roque Derek Castillo Ampuero, quienes son el motor que me impulsa a seguir siempre adelante.

A mis amigos, Yeivyn Pilco Gómez y Martín Marco Jesús del Águila Sánchez, quienes estuvieron conmigo en este arduo trabajo para ejecutar mi trabajo de investigación, apoyándome en cada decisión que tomé, por sus consejos y la confianza que depositaron en mí.

Luis Aldo

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi soporte durante cada flaqueo que tuve en mi vida, por ser mi guía y mi luz a lo largo de mi carrera.

A mis Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes compartieron conmigo sus conocimientos durante mi camino de formación académica convirtiéndome en el buen profesional que soy hoy. En particular a mi Asesor el Ing. Jorge Chávez Guivin por la confianza brindada a mi persona al compartirme su tiempo y su vasto conocimiento para elaborar esta tesis, la cual sin su apoyo no hubiese sido posible.

A los miembros del jurado y comisión de revisión de tesis integrada por: Mg. Guillermo Arturo Diaz Jauregui, Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas, M. Sc. Gino Alfredo Vergara Medina, por sus sugerencias y recomendaciones para el desarrollo y mejoramiento de este trabajo de investigación.

Al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por permitirme realizar mis ensayos para la elaboración de mi tesis.

A mi familia y amigos quienes, con sus consejos y su apoyo de manera desinteresada, colaboraron de cierta manera en desarrollar la presente Tesis.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

**PH.D JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR**

**DR. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DRA. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Comparación de parámetros físicos y mecánicos del adobe tradicional con adobe reparaado con fibra de bagazo de caña de azúcar, Luya, 2022; del egresado Luis Aldo Castillo Ampuero de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

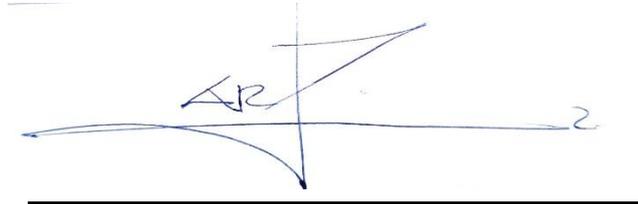
El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 23 de octubre de 2024

Firma y nombre completo del Asesor
Jorge Chávez Guivin



JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



MG. GUILLERMO ARTURO DIAZ JAUREGUI

Presidente



Ing. MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS

Secretario



M. Sc. GINO ALFREDO VERGARA MEDINA

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Comparación de parámetros físicos y mecánicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar, Luya, 2022.

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Luis Aldo Castillo Ampueso
de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional _____

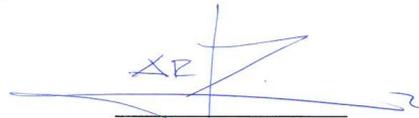
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 30 de octubre del 2024


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE TURNITING

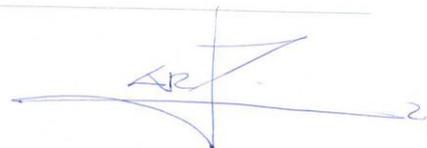
Informe de Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

23% INDICE DE SIMILITUD	22% FUENTES DE INTERNET	11% PUBLICACIONES	15% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	1library.co Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Trabajo del estudiante	1%
9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	


Mg. Guillermo Arloro Diaz
Saoregui

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 11 de noviembre del año 2024, siendo las 17:30 horas, el aspirante: Luis Aldo Castillo Ampuero, asesorado por Mg. Jorge Chávez Goivin defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Comparación de parámetros físicos y mecánicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de bagazo de caño de azúcar, Luya, 2022, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Mg. Guillermo A. Díaz Jáuregui
Secretario: Ing. Manuel E. Aguirre Rojas
Vocal: M. Sc. Gina A. Vergara Medina



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

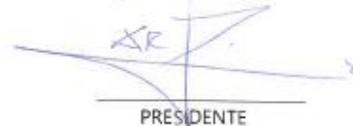
Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 18:35 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	IV
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	V
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	VI
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	VII
REPORTE DE TURNITING	VIII
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	IX
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	X
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIII
<i>RESUMEN</i>	XV
<i>ABSTRACT</i>	XVI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	3
2.1. Tipo de Investigación.....	3

2.2. Población, muestra y muestreo	3
2.3. Materiales instrumentos y método:	4
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	8
2.5. Elaboración de adobes	12
2.6. Diagrama de flujo	15
2.7. Análisis de datos	16
III. RESULTADOS	16
IV. DISCUSIÓN	23
V. CONCLUSIONES	25
VI. RECOMENDACIONES	26
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
VIII. ANEXOS	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de muestras	4
Tabla 2. Resultado de ensayo de suelos	16
Tabla 3. Esfuerzo de rotura de adobes tradicionales	17
Tabla 4. Esfuerzo de rotura de adobes estabilizados con fibra de bagazo de caña de azúcar.....	17
Tabla 5. Resistencia a compresión de las muestras de adobe	18
Tabla 6. Desviación estándar de las muestras de adobe.....	19
Tabla 7. Módulo de rotura de adobes convencionales.	19
Tabla 8. Módulo de rotura de adobes estabilizados con fibra de bagazo de caña de azúcar.....	20
Tabla 9. Resistencia a flexión de las unidades de adobe.....	20
Tabla 10. Porcentaje de absorción de adobes tradicionales.....	21
Tabla 11. Porcentaje de absorción de adobes con fibra de bagazo de caña de azúcar. 22	
Tabla 12. Absorción de agua de las unidades de adobes	22

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rollo con presencia de arcilla.....	6
Figura 2. Rollo con baja cantidad de arcilla	6
Figura 3. Rollo con excesiva cantidad de arcilla	6
Figura 4. Elaboración de la bolita de 2cm	7
Figura 5. Bolita con suficiente arcilla en su composición	7
7	
Figura 6. Bolita con poca arcilla en su composición	8
Figura 7. Resumen de ensayo de resistencia a compresión.	18
Figura 8. Resumen del ensayo de resistencia a flexión.	21
Figura 9. Ensayo de análisis Granulométrico de suelo seleccionado	36
Figura 10. Ensayo Granulométrico tamiz por tamiz para un mejor resultado.	36
Figura 11. Tamizado por la malla N° 40 para realizar los ensayos de límites de consistencia.....	37
Figura 12. Muestra tamizada lista para realizar los Límites de Consistencia.....	37
Figura 13. Humectando la muestra para determinar el Límite líquido (LL).	38
Figura 14. Ensayo en la cuchara de casa grande para determinar el LL.....	38
Figura 15. Realizando rollitos para determinar el Límite Plástico (LP).....	39
Figura 16. Fibra de bagazo de caña de azúcar.	39
Figura 17. Preparando el suelo mezclado con paja para para la elaboración del adobe tradicional.	40
Figura 18. Preparando el suelo adicionando la fibra de bagazo de caña de azúcar	40
Figura 19. Moldeado de los adobes.	41
Figura 20. Adobes listos para su primer secado.	41
Figura 21. Colocación de los adobes tradicionales de canto para completar su secado.	42
Figura 22. Colocación de los adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar para completar su secado.....	42
Figura 23. Registro de dimensiones de los bloques de adobe para realizar los ensayos de compresión.....	43
Figura 24. Registro del peso de los bloques de adobe para realizar los ensayos de compresión.	43
Figura 25. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe tradicional (Antes).	44

Figura 26. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe tradicional (Después).....	44
Figura 27. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar (Antes).	45
Figura 28. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar (Después).....	45
Figura 29. Registro de las medidas de los bloques de adobe para realizar los ensayos de flexión.....	46
Figura 30. Adobes tradicionales y reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar listos para realizar los ensayos de flexión.	46
Figura 31. Bloque de adobe tradicional listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Antes).	47
Figura 32. Bloque de adobe tradicional listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Después).....	47
Figura 33. Bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Antes).	48
Figura 34. Bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Después).....	48
Figura 35. Adobes sumergidos en agua para determinar el porcentaje de absorción. ...	49
Figura 36. Bloques de adobe tradicional luego de ser sumergidos 24 horas bajo agua.	49
Figura 37. Bloques de adobe reforzado con fibra de caña de azúcar luego de ser sumergidos 24 horas bajo agua.....	50
Figura 38. Bloques de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar listos para ser pesados.....	50
Figura 39. Registro de peso de los adobes sumergidos por 24 horas en agua.	51

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal comparar los parámetros físico-mecánicos del adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar con el adobe tradicional. La investigación se basó principalmente en clasificar un tipo de suelo apto para la fabricación de bloques de adobe, dosificar la tierra en una proporción de 15% de fibra de bagazo de caña de azúcar, para posteriormente someterlos a ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de agua, para luego comparar los resultados obtenidos, con el mismo tipo de suelo dosificado en una proporción de 15% de paja. Los resultados fueron satisfactorios, la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar mejora las propiedades mecánicas en resistencia a la compresión en un 21.1% en comparación con el adobe tradicional hecho de paja, presentando los valores de 14.9 kg/cm² y 12.3 kg/cm², así como también la resistencia a la flexión en un 25.7% resultando valores de 9.69 kg/cm² y 7.71 kg/cm², respecto a sus propiedades físicas, el ensayo a la absorción de agua, la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar disminuye el grado de absorción respecto al adobe tradicional.

Palabras clave: Fibra de bagazo de caña de azúcar, propiedades mecánicas, compresión, flexión, absorción.

ABSTRACT

The main objective of this thesis was to compare the physical-mechanical parameters of adobe reinforced with sugarcane bagasse fiber with traditional adobe. The research was mainly based on classifying a type of soil suitable for the manufacture of adobe blocks, dosing the soil in a proportion of 15% of sugar cane bagasse fiber, and then subjecting it to tests of compressive strength, flexural strength and water absorption, and then comparing the results obtained with the same type of soil dosed in a proportion of 15% of straw. The results were satisfactory, the addition of sugar cane bagasse fiber improved the mechanical properties in compressive strength by 21.1% compared to the traditional adobe made of straw, presenting values of 14.9 kg/cm² and 12.3 kg/cm², as well as flexural strength by 25.7%, resulting in values of 9.69 kg/cm² and 7.71 kg/cm². With respect to physical properties, in the water absorption test, the addition of sugarcane bagasse fiber reduces the degree of absorption compared to traditional adobe.

Keywords: Sugarcane bagasse fiber reinforced, mechanical properties, compression, flexural, absorption.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos la tierra ha sido uno de los materiales predominante para la construcción de edificaciones por los antiguos, la construcción con este material viene siendo usado desde hace miles de años y existe evidencia arqueológica de varias ciudades construidas en su totalidad con tierra, por ejemplo, Jericó, Çatal Huyuk en Turquía, Harappa en Pakistán, Akhlet-Aton en Egipto, Babilonia en Iraq, entre otras. Todas las grandes civilizaciones de Oriente Medio (los asirios, babilonios, persas y sumerios) fueron construidas con bloques de barro y arcilla. Sin embargo, cuando los españoles comenzaron a conquistar el Nuevo Mundo, trajeron consigo conocimientos de construcción con adobes y tapia pisada. De esta manera se inició así la construcción de la principal capital del reino de la Nueva Granada. Las casas de la gente corriente estaban construidas con ladrillos y tierra apisonada, de uno o dos pisos de altura. También en las ciudades, los edificios religiosos se construían con piedra, tierra apisonada o ladrillos cocidos y fijados con mortero. Con el paso de los siglos, los ladrillos cocidos sustituyeron a los métodos de construcción con tierra y los sistemas tradicionales desaparecieron.

En Perú también existe una ciudad construida en su totalidad con adobe y es una de las más grandes de América, forjada por la cultura más grande de nuestro país, la cultura Chimú conocida como la ciudadela de Chan Chan, por otro lado, también tenemos a la ciudadela de Caral desarrollada entre 3000 y 1800 a. C, conocida como una de las ciudades más antiguas de nuestro país e incluso del continente de América construida a base de barro y paja.

Por otro lado, Perú por el mismo hecho de encontrarse ubicado en el llamado cinturón de fuego del pacífico es uno de los países con mayor potencial sísmico, bajo ese contexto la actividad sísmica está relacionada con la subducción de la placa de nazca debajo de la placa sudamericana y producto del rozamiento de ambas placas produce los llamados terremotos de frecuencias y magnitudes variables. En el año 2007 en el departamento de Ica se produjo una escena complicada, donde un terremoto de 8,8 grados de magnitud, devastó la ciudad dejando un gran número de víctimas, esta tragedia dejó evidencia de la fragilidad de las construcciones de adobe, ya que las viviendas que contenían este material colapsaron.

De acuerdo al censo realizado por el INEI en el Perú, las viviendas particulares según el material predominante en las paredes exteriores y área de residencia hasta el 2022 se registró que, las edificaciones con ladrillo ocupan el primer lugar con un promedio de 53.6%, y las edificaciones con adobe o tapia ocupan el segundo lugar con un promedio de 32.4%, como podemos ver estos son los materiales más usados en todo nuestro país, tanto en las zonas urbanas como rurales.

Como ya se sabe el adobe de tierra ha sido y sigue siendo uno de los materiales más antiguos registrados en toda la historia, se considera que el 50% de casas alrededor de todo el planeta están hechas de tierra. En el distrito de Luya ubicada en la provincia de Luya, departamento de Amazonas, no es la excepción.

Según CENEPRED (2017) indica que las casas construidas en el distrito de Luya en su mayoría el material predominante de las paredes es el adobe ya que se puede evidenciar que el 90.74% de las viviendas son construidas con este material, el 7.81% de ladrillo o bloque de cemento, el 0.73% de tapia, 0.45% de quincha, el 0.18% de madera y el 0.09% con piedra y barro.

Adicionalmente a ello, muchos de los pobladores de la ciudad construyen sus viviendas a la ribera del río Jucusbamba, río que justamente pasa por el centro de la ciudad, el mismo que en tiempos de lluvia crece notablemente causando daños en viviendas construidas con este material, según CENEPRED 2022, en el distrito de luya existen unas 140 familias expuestas en puntos críticos por inundación.

Si bien es cierto las construcciones de adobe presentan limitaciones estructurales por lo que es evidente que no se puede comparar la tierra con el hormigón, esto no quiere decir que no se pueda buscar soluciones coherentes y racionales para personas que optan por construir sus viviendas de este material, ya sean por condiciones culturales o económicas, lo que se busca con este proyecto, es aumentar la resistencia del adobe adicionándole refuerzo de bagazo de caña, buscando una solución para que las casas sean más resistentes ante eventos naturales como sismos o inundaciones. En los últimos años la ciudad de Luya ha sido azotada por diferentes acontecimientos naturales, que dejaron expuestas algunas falencias de estas construcciones de adobe, por lo cual se ve necesario hacer un estudio exhaustivo para su mejoramiento y de esta manera contribuir para que futuras construcciones sean más resistentes y brinden mayor seguridad a sus habitantes.

Para resolver esta problemática se vio la necesidad de buscar alternativas para mejorar las características físico- mecánicas del adobe, para esta investigación se propuso como objetivo general, comparar los parámetros físicos y mecánicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar, y objetivos específicos: Clasificar el tipo de suelo para elaborar los bloques de adobe, determinar la influencia a compresión del adobe tradicional y el adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar, y determinar el porcentaje de absorción del adobe estabilizado con fibra de bagazo de caña con respecto al adobe tradicional.

Teniendo así la hipótesis que la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar influye considerablemente en la resistencia del adobe.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se realizó es experimental, el cual se basa en la comparación las características físicas- mecánicas del adobe tradicional (suelo – paja) y del adobe estabilizado (suelo- fibra de bagazo de caña de azúcar), dichos resultados se compararon teniendo en consideración con la Norma E. 080 – RNE (2014) y una metodología cuantitativa para el procesamiento, el análisis y la evaluación de los resultados en la investigación, para lo cual se tuvo en cuenta las variables que intervienen como es la fibra de bagazo de caña de azúcar y la estabilización del adobe.

2.2. Población, muestra y muestreo

Población: Un lote de 36 unidades de adobes, entre adobes estabilizados (tierra- fibra de bagazo de caña de azúcar) y adobes convencionales fabricados in situ en la localidad de Luya, Provincia de Luya, Amazonas – 2024.

Muestra: La norma técnica peruana E-080 recomienda un mínimo de 6 especímenes por ensayo, por lo que teniendo en cuenta esa recomendación se tiene una muestra total de 36 especímenes. El cual se desagrega de la siguiente manera:

Tabla 1. Cuadro de muestras

ENSAYOS	MUESTRA (Unidades muestrales)		
	ADOBES TRADICIONALES (UNIDADES)	ADOBES REFORZADOS CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (UNIDADES)	TOTAL, POR ENSAYO (UNIDADES)
Compresión	6	6	12
Flexión	6	6	12
Absorción	6	6	12
TOTAL	18	18	36

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: De acuerdo con Hernández (2010) el muestreo a seguir es no probabilístico, debido a que suponen un procedimiento de selección informal. Se utilizan en muchas investigaciones, y a partir de ellas, se hacen inferencias sobre la población en nuestro proyecto para la selección de muestras se deben cumplir con criterios como la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar.

2.3. Materiales instrumentos y método:

Según la Norma E. 080 – RNE (2017) define “al adobe como una unidad de tierra sin coser, a la cual se la puede mezclar con paja o arena gruesa, para optimizar su resistencia y durabilidad.” (pág. 4).

Según la Norma E. 080 - RNE (2017) “la forma de la planta de los adobes puedes ser cuadradas o rectangulares, en el caso de los de base cuadrada, las dimensiones no pueden sobrepasar los 0.40 m, por otro lado, los de base rectangular, la dimensión de su largo igual al doble de su ancho” (pág. 25).

Adobe tradicional

Gran parte de las casas que se construyen en la provincia de Luya estan elaboradas con adobe, estos bloques son hechos suelos de la misma zona.

Después de realizar un reconocimiento de la zona, observar casas construidas con este material y contactar a personas involucradas en la producción de estos

bloques de adobe, se concluyó que los adobes que se producían, eran fabricados sin tener en cuenta las dimensiones especificadas en la norma E-080, ya que sus dimensiones varían de 0,45 a 0,50 m de largo, 0,3 a 0,36 m de ancho y 0,18 de alto a 0,20 m y este bloque es demasiado grande y difícil de construir, transportar y desmontar.

El material que utilizan para mayor estabilidad y durabilidad es la paja, la cantidad de material agregado oscila entre un 15% y un 20% dependiendo de la cantidad de terreno utilizado.

Adobe estabilizado

“Son los bloques de adobe a los cuales se les incorpora otros materiales diferentes de la paja tales como, cemento, cal, fibra de vidrio, etc., con el propósito de mejorar la resistencia y estabilidad, aumentando su resistencia a la compresión y su estabilidad respecto a la presencia de la humedad.

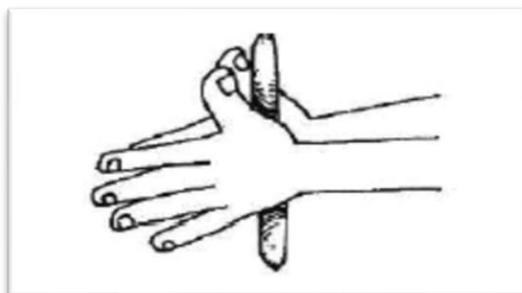
Pruebas de campo realizadas in situ para determinar la tierra optima.

Son ensayos realizados en campo sin la necesidad del uso de herramientas que se basen en conocimientos que se puedan realizar en un laboratorio usando ciertas metodologías estrictas, para de esta manera poder seleccionar un suelo.

La Norma E. 080 – RNE (2014) indica que “la gradación debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla de 10 a 20%, limo de 15 a 25% y arena de 55 a 70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos, estos valores pueden variar en la elaboración de adobes estabilizados”.

Prueba del rollito: Se debe tomar un fragmento de suelo y se adiciona agua, una vez que la tierra este húmeda se debe formar con las manos un rollito, si este rollito alcanza una longitud que este entre los 5 y 15cm, significará que la porción de tierra seleccionada es buena para poder elaborar nuestros adobes, ya que cuenta con una buena proporción de arcilla.

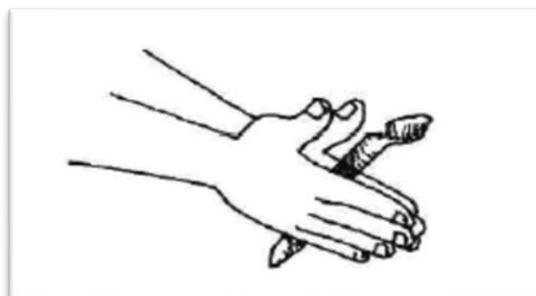
Figura 1. Rollo con presencia de arcilla



Fuente: Norma E.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Si el rollo se rompe antes de los 5cm, eso indica que la tierra contiene poca arcilla, de esta manera se debe añadir más arcilla para volver hacer la prueba.

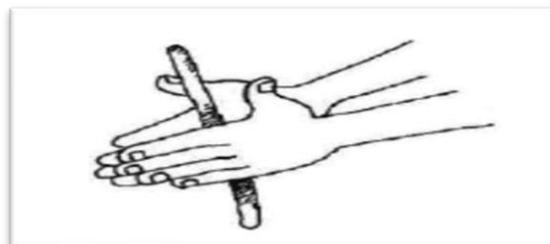
Figura 2. Rollo con baja cantidad de arcilla



Fuente: Norma E.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Por otro lado, en el hipotético caso de que el rollo lograra alcanzar una longitud que supere los 15 cm, significará que la porción de tierra tiene excesiva arcilla por lo que se tendrá que añadir un poco más de arena gruesa a la mezcla para así volver a realizar la prueba.

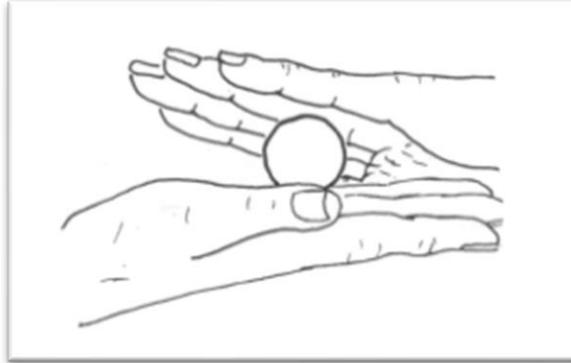
Figura 3. Rollo con excesiva cantidad de arcilla



Fuente: Norma E.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Prueba de la resistencia de la bolita seca: a la muestra de tierra seleccionada se le agrega un poco de agua, una vez que la tierra este hidratada se procese a elaborar cuatro bolitas de aproximadamente 2cm de longitud con la ayuda de las palmas de las manos, evitando que estas se deformen significativamente a la vista, al ser colocadas al secado.

Figura 4. Elaboración de la bolita de 2cm



Fuente: Norma E.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Estas cuatro bolitas se deben dejar por un periodo de 48 horas, evitando que estas se humedezcan, por alguna filtración de agua, una vez que las bolitas estén completamente secas se procede a hacer presión en cada una de ellas con la ayuda del dedo pulgar y el índice medio.

Si al hacer presión ninguna de estas cuatro bolitas se rompen, significa que el suelo si sirve ya que tiene presencia de arcilla.

Figura 5. Bolita con suficiente arcilla en su composición



Fuente: Norma E.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Por otro lado, si alguna de estas cuatro bolitas llegase a fracturarse al ejercerles presión, significará que al suelo le falta arcilla.

Figura 6. Bolita con poca arcilla en su composición



Fuente: Norma E.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La ejecución de esta investigación se realizó por medio de ensayos y pruebas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, ensayo de resistencia a la compresión, ensayo de resistencia a la flexión y porcentaje de absorción de agua para ambos tipos de adobe con el mismo porcentaje de fibra de bagazo de caña de azúcar y paja.

2.4.1. Ensayo granulométrico

El tamaño de las partículas de suelo se determina mediante métodos de ensayo, conforme establecidos por la norma técnica peruana NTP 400.012 y la norma ASTM D6913. Este método ofrece recomendaciones claras para evaluar la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo en el contexto de un análisis granulométrico.

Para realizar un análisis granulométrico de acuerdo a la NTP 400.012, se suelen utilizar tamices con varias aperturas para separar y calcular el peso de las fracciones del suelo en cada rango de tamaño.

2.4.2. Límites de consistencia

Los límites de consistencia de los suelos se determinan según los procedimientos establecidos en las normas NTP 339.129 y la norma ASTM D4318 estos métodos nos permite calcular el Límite Líquido, el Límite Plástico y el Índice de Plasticidad del suelo.

a) Límite Líquido (LP)

Material

- Suelo seco

Equipos

- Malla Número 40
- Copa casa grande
- Ranurador
- Balanza
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Taras numeradas

Procedimiento

- Se prepara una muestra seca de suelo que pasa por el tamiz N°40
- Se coloca la muestra en la copa de casa grande
- Se le hace una ranura al centro de la muestra y se procede a girar la manija provocando golpes.
- Se registra el número de golpes requeridos para unir las dos porciones de suelo en una longitud de cerca de 10 mm.
- El LL corresponde el contenido de humedad que se registra al cerrar la ranura a los 25 golpes.

b) Límite plástico (LP)

Material

- Muestra preparada para el LL

Equipo

- Balanza
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Placa de vidrio
- Taras numeradas

Procedimiento

- Se toman aproximadamente 20 g de la muestra preparada para el LL.
- Con la muestra realizamos rollitos de 3.2 mm de diámetro, rotándolos con la palma de la mano sobre una placa de vidrio.
- Al momento que los rollitos empiezan a desmoronarse, se toma una porción de estos para determinar el contenido de humedad.
- El LP está definido por esa cantidad de humedad.

c) Índice de Plasticidad

Este Índice está definido por la formula $IP = LL - LP$

Estos límites permiten clasificar los suelos en la Clasificación SUCS y conocer su rango de humedades críticas que definen los cambios de estado del suelo

2.4.3. Ensayo de resistencia a la compresión

Los requisitos para realizar los ensayos de compresión simples en muestras de suelos compactados son establecidos por la Norma Técnica Peruana E.080. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada y NTP 339.613. El procedimiento que se realizó fue el siguiente:

- La cantidad de unidades experimentales fueron de 6 unidades, por cada tipo de adobe.
- Las dimensiones de los bloques de adobe para este ensayo fueron de 10cm de largo, por 10cm de ancho y 10cm de altura.
- Cada espécimen ensayado fue sometido a la máquina de compresión centrándola adecuadamente donde se le aplica una carga axial de compresión constantemente y continua con una velocidad especificada.

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

Donde:

P= Es la presión Pa (o Kg/cm²)

F= Es la Fuerza(N) (o Kgf)

A= es el área de influencia donde se aplica la fuerza(cm²)

2.4.4. Ensayo de resistencia a la flexión

Para realizar este ensayo, seguimos los procedimientos establecidos en la norma NTP 339.613. A lo que se procedió a realizar lo siguiente:

- La cantidad de unidades experimentales fueron de 6 unidades, por cada tipo de adobe.
- Las dimensiones de los bloques de adobe para este ensayo fueron de 40 cm de largo, por 20 cm de ancho y 10 cm de altura.
- Cada bloque de adobe se apoyó sobre su base teniendo en cuenta que se colocaron a 13 mm +-2 mm de cada extremo del bloque.
- Se aplicó una carga constantemente y continua con una velocidad especificada al centro del bloque hasta el momento que este falló.

$$f'b = \frac{3 * P_u * L}{2 * x * b * t^2}$$

Donde:

f'b= Resistencia a la flexión (Kg/cm²)

Pu= Carga de rotura (Kg)

L = Luz de ejes de apoyo(cm)

b= Ancho de la unidad(cm)

t= Altura(cm)

x=Distancia promedio desde el centro del espécimen hacia el plano de falla medido en la dirección del paño a lo largo de la línea central de la superficie sometida a tensión(cm)

2.4.5. Ensayo de absorción

Para este ensayo se optó por el procedimiento establecido en la NTP 399.613. normalizado para la determinación de la absorción, para este objetivo se realizó lo siguiente:

- La cantidad de unidades experimentales fue de 6 unidades de adobes tradicionales y 6 unidades de adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar.
- Las dimensiones de los bloques de adobe para este ensayo fueron de 40 cm de largo, por 20 cm de ancho y 10 cm de altura.
- Se procedió a pesar los especímenes secados a temperatura ambiente.
- Se sumergieron los bloques de adobe en agua potable por un periodo de 24 horas.
- Pasado el tiempo indicado se retiraron los bloques de adobe, se les pasó un paño húmedo para realizar el secado superficial para que quede libre de humedad visible.
- Se determinó el de los bloques en esta condición de saturados(B).

$$A(\%) = \frac{100 \times (B - A)}{A}$$

Donde:

B: Peso de la muestra saturada, luego de ser sumergido en agua (kg)

A: Peso seco de la muestra (kg).

2.5. Elaboración de adobes

a) Elaboración de adobe tradicional

Bajo la guía de la norma Técnica Peruana NTP 331.201, sobre el proceso de elaboración de adobes procedimos a hacer lo siguiente.

- Una vez seleccionado el suelo que se va a utilizar para la elaboración de los bloques de adobe cumpliendo las condiciones de calidad, libres de materia orgánica, sales o sulfatos en exceso, con tierras arcillosas aptas, o así mismo también como las arena arcillosas en proporciones adecuadas.

- Se mezcló la tierra con agua hasta obtener una masa homogénea, adicionalmente se incorporó una proporción de paja del 15% respecto al volumen de tierra.
- Se depositó la mezcla de tierra- agua – paja en moldes de las dimensiones normadas de 40 cm de largo por 20 cm de ancho y 10 cm de alto, aplicando presión dentro del molde.
- Se desmoldó cuidadosamente cada bloque de adobe para posteriormente ser puesto a un secado inicial en una superficie plana.
- Luego de transcurridos 15 días, se levanta los adobes y se coloca en una posición de canto, uno junto al otro con el objetivo de que los adobes sequen de manera uniforme.
- El secado final se realizó al aire libre protegiéndolos del sol directo y la lluvia por un lapso de 4 semanas en forma apilada.
- Pasados los 30 días se procedió a trasladarlos al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza

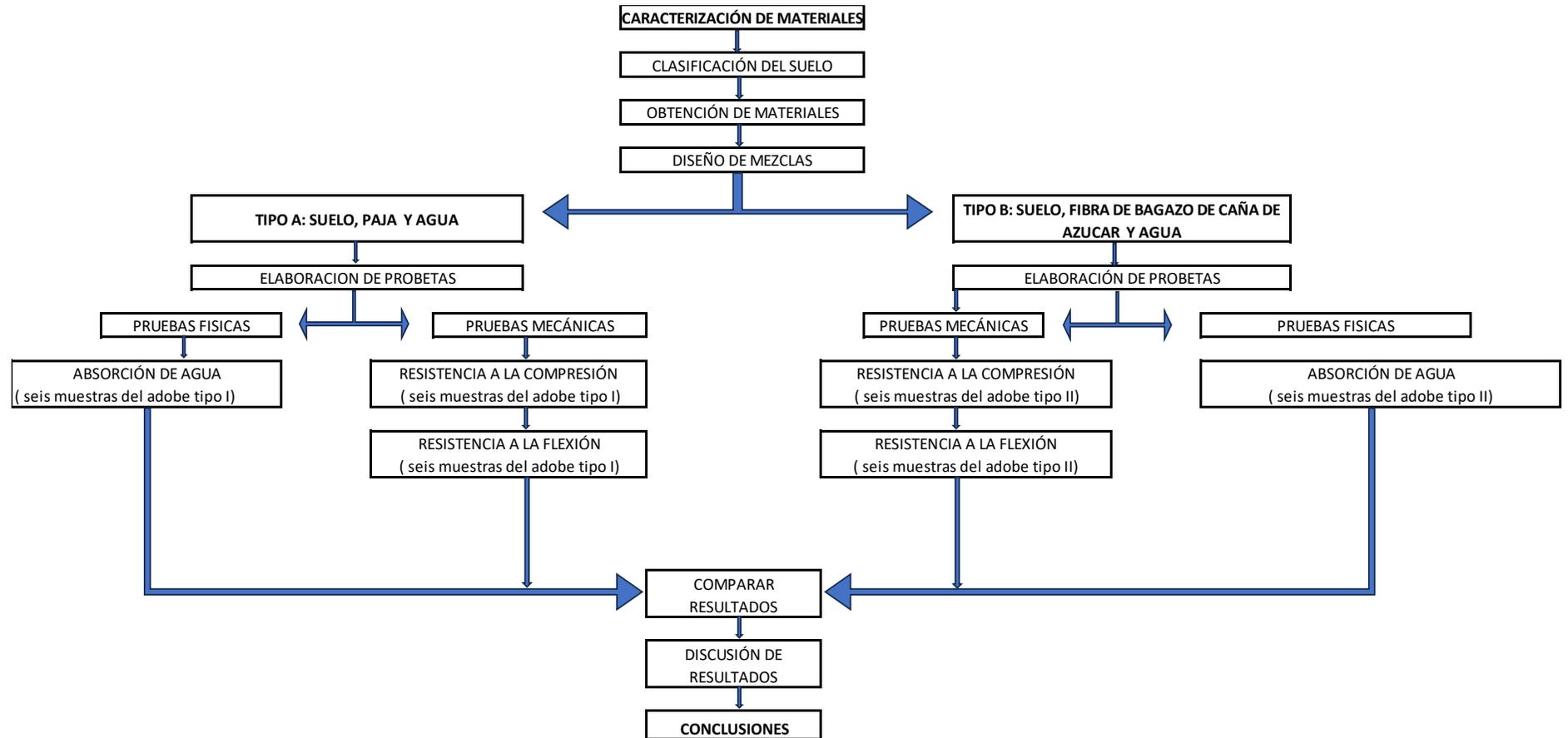
b) Elaboración del adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar.

Bajo la guía de la norma Técnica Peruana NTP 334.201, sobre el proceso de elaboración de adobes procedimos a hacer lo siguiente.

- Una vez seleccionado el suelo que se va a utilizar para la elaboración de los bloques de adobe cumpliendo las condiciones de calidad, libres de materia orgánica, sales o sulfatos en exceso, con tierras arcillosas aptas, o así mismo también como las areno arcillosas en proporciones adecuadas.
- Se mezcló la tierra con agua hasta obtener una masa homogénea, adicionalmente se incorporó una proporción de fibra de bagazo de caña de azúcar del 15% respecto al volumen de tierra de 3" de longitud de longitud aproximadamente.
- Se depositó la mezcla de tierra- agua – fibra de bagazo de caña de azúcar, en moldes de las dimensiones normadas de 40 cm de largo por 20 cm de ancho y 10cm de alto, aplicando presión dentro del molde.

- Se desmoldó cuidadosamente cada bloque de adobe para posteriormente ser puesto a un secado inicial en una superficie plana.
- Luego de transcurridos 15 días, se levanta los adobes y se coloca en una posición de canto, uno junto al otro con el objetivo de que los adobes sequen de manera uniforme.
- El secado final se realizó al aire libre protegiéndolos del sol directo y la lluvia por un lapso de 4 semanas en forma apilada.
- Pasados los 30 días se procedió a trasladarlos al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza

2.6. Diagrama de flujo



2.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza se procesaron y evaluaron haciendo uso de la estadística descriptiva mediante: fichas técnicas de recolección de datos en campo, gráficos estadísticos, tablas e indicadores estadísticos (promedio).

III. RESULTADOS

3.1. CLASIFICACIÓN DEL SUELO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES.

Tabla 2. Resultado de ensayo de suelos

ENSAYO	VALOR OBTENIDO
Contenido de humedad	9.8%
Análisis granulométrico	
- Porcentaje que pasa malla N° 200	55%
- Porcentaje que pasa malla N° 40 y retenido en la malla N° 200	84%
Límite Líquido	22
Límite Plástico	13
Índice de Plasticidad	9
Índice de grupo	2
CLASIFICACIÓN SUCS	CL

Fuente: Elaboración propia

De los ensayos de laboratorio realizados se obtuvo como resultado que el suelo con el que se elaboró los adobes es un suelo: arena con finos, ya que de acuerdo a

los parámetros de Clasificación SUCS se trata de un suelo tipo CL (Arcilla baja plasticidad arenosa).

Además, con el análisis granulométrico se corroboró que la tierra es apta para la fabricación de unidades de adobes ya que contienen la suficiente presencia de arcilla, y un adecuado equilibrio entre suelo-arena.

3.2.RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 3. Esfuerzo de rotura de adobes tradicionales

MUESTRA	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
MA-1	12.0
MA-2	12.4
MA-3	13.1
MA-4	13.1
MA-5	11.0
MA-6	12.1
PROMEDIO	12.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Esfuerzo de rotura de adobes estabilizados con fibra de bagazo de caña de azúcar

MUESTRA	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
MB-1	15.4
MB-2	14.6
MB-3	14.9
MB-4	15.1
MB-5	15.1
MB-6	14.0
PROMEDIO	14.9

Fuente: Elaboración propia

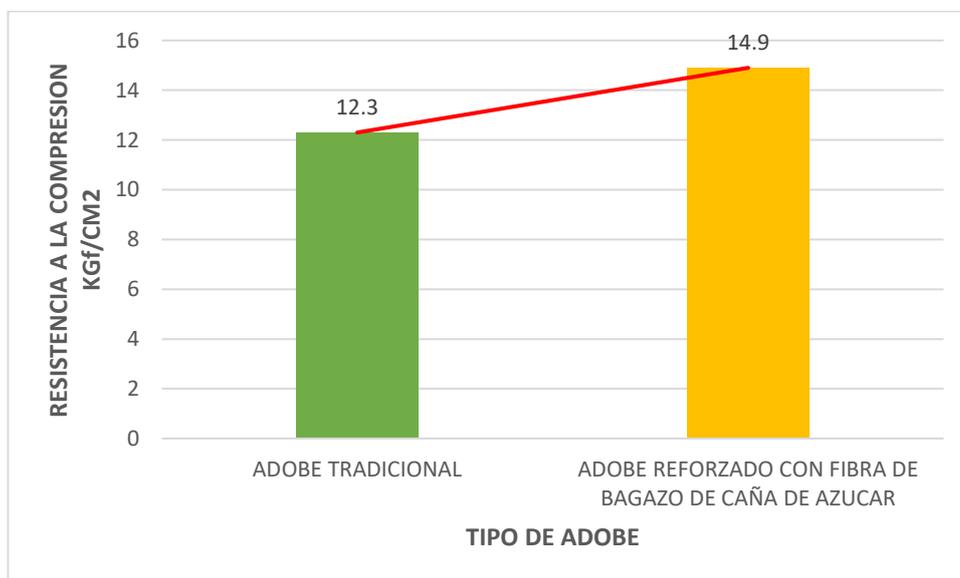
Tabla 5. Resistencia a compresión de las muestras de adobe

MUESTRA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
ADOBE CONVENCIONAL	12.3
ADOBE CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	14.9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se aprecia que los adobes con fibra de bagazo de caña de azúcar obtuvieron valores superiores comparado con el adobe tradicional, siendo 14,9 kg/cm² la resistencia a compresión promedio más alto correspondiente al adobe con adición de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Figura 7. Resumen de ensayo de resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Desviación estándar de las muestras de adobe

ESPÉCIMEN (ADOBE)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Kg/cm²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
TRADICIONAL	12,3	0,71	5.77
FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	14,9	0,44	2.95

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 nos muestra que los resultados obtenidos con respecto a la desviación estándar son inferiores a lo especificado en la Norma ACI 214R.11 lo que expresa que los adobes tuvieron un grado de control excelente.

Observando los valores obtenidos respecto al coeficiente de variación, el valor de los adobes estabilizados con fibra de bagazo de caña de azúcar está por debajo al 10%, lo que nos indica que este tipo de adobe tiene un grado de control excelente.

3.3.RESISTENCIA A FLEXIÓN

Tabla 7. Módulo de rotura de adobes convencionales.

MUESTRA	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm²)
MA-1	7.34
MA-2	7.92
MA-3	7.60
MA-4	6.58
MA-5	9.29
MA-6	7.52
PROMEDIO	7.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Módulo de rotura de adobes estabilizados con fibra de bagazo de caña de azúcar

MUESTRA	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm²)
MB-1	9.86
MB-2	9.92
MB-3	8.39
MB-4	11.01
MB-5	9.43
MB-6	9.52
PROMEDIO	9.69

Fuente: Elaboración propia

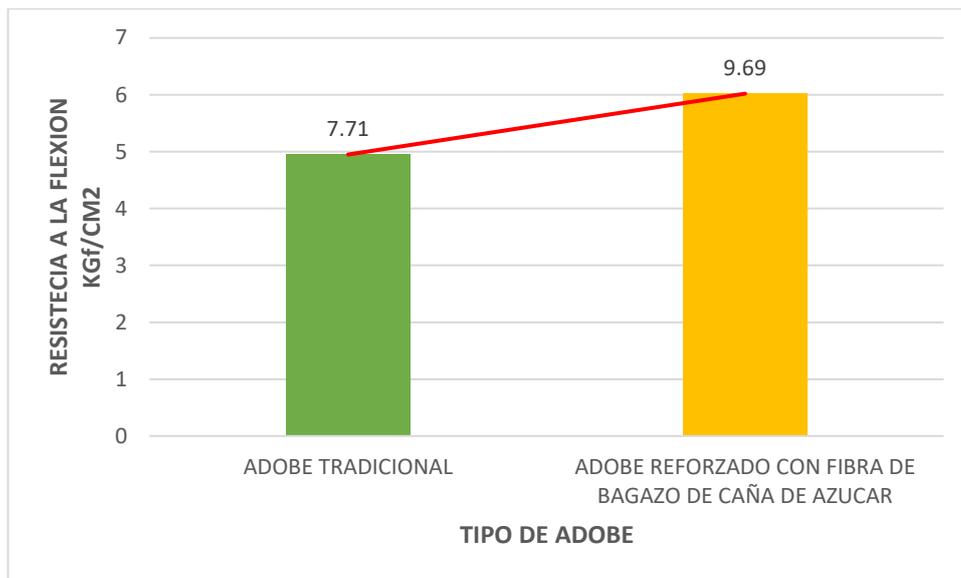
Tabla 9. Resistencia a flexión de las unidades de adobe

ESPÉCIMEN	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Kg/cm²)
ADOBE CONVENCIONAL	7.71
ADOBE CON FIBRA DE BAGAZODE CAÑA DE AZUCAR	9.69

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 9. muestra que los adobes estabilizados con fibra de bagazo de caña de azúcar alcanzaron resultados mayores en comparación con el adobe con paja.

Figura 8. Resumen del ensayo de resistencia a flexión.



Fuente: Elaboración propia

3.4.ABSORCIÓN DE AGUA

Tabla 10. Porcentaje de absorción de adobes tradicionales

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
MA-01	NULO
MA-02	NULO
MA-03	NULO
MA-04	NULO
MA-05	NULO
MA-06	NULO
PROMEDIO	NULO

Tabla 11. Porcentaje de absorción de adobes con fibra de bagazo de caña de azúcar.

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
MB-01	26.18
MB-02	26.17
MB-03	27.50
MB-04	26.55
MB-05	26.17
MB-06	26.17
PROMEDIO	26.5

Tabla 12. Absorción de agua de las unidades de adobes

ESPÉCIMEN	ABSORCIÓN (%)
ADOBE CONVENCIONAL	NULO
ADOBE CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	26.5

En la Tabla 11 se puede observar que los adobes con adiciones de fibra de bagazo de caña de azúcar absorben un porcentaje menor con respecto a la absorción del adobe con paja, debido a que los adobes de paja al ser sumergidos en agua por un día para calcular su porcentaje de absorción se destruyeron.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Resistencia a la compresión

De acuerdo a la prueba a la compresión que se realizó a ambos tipos de adobe se pudo comprobar que tanto los adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar, así como los adobes tradicionales, cumplen con la resistencia mínima de 10.2 kg/cm^2 especificado en la Norma E.080- RNE(2014), del mismo modo se aceptó la hipótesis de que la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar al 15% en la fabricación de adobe aumenta su resistencia a la compresión en comparación con el adobe tradicional que fue fabricado con la adición de paja en un mismo porcentaje al 15% , ya que los valores obtenidos de los ensayos a la resistencia a la compresión de los adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar es de 14.9 kg/cm^2 , mientras que el adobe tradicional es de 12.3 kg/cm^2 ,por lo cual se comprueba que el adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar aumenta su resistencia a la compresión en un 21.1 % coincidiendo así con Mendoza (2020) quien concluyó que “los adobes tradicionales obtuvieron una resistencia a la compresión de 13.48 kg/cm^2 , mientras que los adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar obtuvieron valores de resistencia a la compresión de 16.38 kg/cm^2 , del mismo modo coincide con Samame (2023) quien concluye que “los adobes adicionados con un 15% de fibra de bagazo de caña de azúcar obtuvieron una resistencia a la compresión de 25.86 kg/cm^2 mientras que los adobes tradicionales obtuvieron una resistencia a la compresión de 17.88 kg/cm^2 ”, por ultimo y no menos importante los resultados también coincidieron con Quispe (2018), quien concluyó que “ los adobes adicionados con 15% con fibra de caña de azúcar modifica favorablemente las características mecánicas puesto que los resultados obtenidos del adobe tradicional al ser sometido al ensayo de compresión dio por resultados 9.51 kg/cm^2 , mientras que el adobe reforzado con 15% de fibra de caña de azúcar arrojó un resultado de 14.13 kg/cm^2 .

1.1 Resistencia a la flexión

Según los resultados obtenidos al realizar en ensayo de la resistencia a la flexión se concluyó que la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar al adobe convencional incrementa un 25.7 % su resistencia, observando así que el adobe

reforzado con fibra de bagazo obtuvo una resistencia de 7.71 kg/cm^2 , mientras que el adobe tradicional obtuvo una resistencia de 9.69 kg/cm^2 coincidiendo así con Mendoza (2020) quien concluyó que “los adobes reforzados con fibra de caña sometidos al ensayo de resistencia la flexión aumentan sus propiedades mecánicas en un 9.2% con respecto a los adobes tradicionales, donde se obtuvieron valores de 5.80 kg/cm^2 y 5.31 kg/cm^2 respectivamente. Así mismo también coincide con Samame (2023) quien concluyó que “los adobes adicionados con un 15% de fibra de bagazo de caña de azúcar obtuvieron una resistencia a la flexión de 7.95 kg/cm^2 , mientras que los adobes tradicionales obtuvieron una resistencia a la compresión de 6.01 kg/cm^2 ” del mismo modo coincide con Campos (2018) quien concluyó que “la resistencia del adobe compactado con 2", 2 ½" y 3" de longitud de fibra de caña de azúcar aumenta en 15.38%, 33.66% y 58% respectivamente en relación al adobe tradicional”.

1.2 Absorción

Se observó que, al adicionar fibra de bagazo de caña de azúcar al bloque de adobe, en comparación con el adobe convencional este se reduce significativamente, teniendo como resultado que el adobe reforzado con fibra de bagazo de azúcar tubo una absorción de 26.46%, mientras que el adobe tradicional tubo una absorción nula debido a que los adobes al ser sumergido en agua por 24 horas quedaron destruidos, no resistiendo a la prueba de absorción coincidiendo así con Campos (2018) quien concluyó que “los adobes tradicionales al ser sometidos al ensayo de absorción se destruyeron totalmente obteniendo así una absorción nula, por otro lado los adobes reforzados con fibra de caña de azúcar en longitudes de 2", 2 ½" y 3" obtuvieron resultados de absorción de 19.67%, 21.37% y 26.53% respectivamente, demostrando que a mayor longitud de la fibra de caña aumenta el grado de absorción”, por otro lado también se concuerda con Samame (2023) quien concluyó que “los adobes adicionando un 15% de fibra de bagazo de caña de azúcar disminuyen su absorción respecto al adobe tradicional de 9.88% a 7.25%”.

V. CONCLUSIONES

- Se comparó los parámetros físico- mecánicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar, obteniendo así que el reforzamiento con fibra de caña de azúcar mejoró las propiedades mecánicas del adobe convencional ya que aumentó su resistencia a la compresión en un 21.1%, así mismo aumentó su resistencia a la flexión en un 25.7%, en cuanto a sus propiedades físicas se demostró que la fibra de bagazo de caña de azúcar disminuye el grado de absorción evitando que los adobes se destruyeran al ser sometidos por 24 horas bajo agua.
- Se clasificó el suelo utilizado para la elaboración de los bloques de adobe, obteniendo que el suelo empleado cumple con la Norma E-080, ya que de acuerdo a los parámetros del análisis granulométrico y límites de Atterberg según el Método SUCS el suelo empleado se trata de un suelo tipo CL (Arcilla baja plasticidad arenosa).
- Se determinó la resistencia a la compresión del adobe tradicional y el adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar, teniendo así que los bloques de adobes tradicionales y estabilizados con fibra de bagazo de caña de azúcar presentaron resistencias a la compresión mayores a lo especificado en la Norma E. 080, que es de $10,2 \text{ kg/cm}^2$ como resistencia mínima, siendo los adobes con incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar los que presentaron mejor resistencia a compresión, ya que alcanzó un valor de $14,9 \text{ kg/cm}^2$, por otro lado, los adobes convencionales obtuvieron un valor de $12,3 \text{ kg/cm}^2$, concluyendo que al adicionar fibra de bagazo de caña de azúcar, se obtiene mejores resultados. Así mismo con la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar se alcanzó una resistencia a la flexión de $9,69 \text{ kg/cm}^2$, mejorando en un 25.7% la resistencia del adobe tradicional el cual obtuvo un valor de $7,71 \text{ kg/cm}^2$.
- Se determinó el porcentaje de absorción de los adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar obteniendo una absorción de 26.46%, por otro lado, el ensayo de absorción del adobe tradicional resultó nula debido a que los adobes al ser sumergidos bajo agua por 24 horas quedaron destruidos, concluyendo así que los adobes al ser reforzados

con fibra de bagazo de caña de azúcar disminuyen su porcentaje de absorción.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los futuros investigadores analizar el comportamiento sísmico de los muros construidos de adobe estabilizado con fibra de bagazo de caña de azúcar.
- Se recomienda a futuros investigadores, analizar nuevos aditivos incorporados en los adobes, con el fin de reducir el porcentaje de absorción.
- A la población donde se ejecutó el proyecto, en particular a los que construyen sus casas de adobe, pueden utilizar los adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar como una opción para sustituir a los adobes tradicionales, ya que presentan una mejor resistencia a la compresión y a la flexión.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos N. (2018). Resistencia a compresión, flexión y absorción de bloques de adobe compactado, con adición de fibras de caña, Cajamarca 2018 (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del riesgo [CENEPRED]. (2017). Reporte de elementos expuestos en puntos críticos por inundación en el área urbana del distrito de Luya- Provincia de Luya. Departamento de Amazonas. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/ReporteTerritorial/>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del riesgo [CENEPRED]. (2017). Reporte estadístico de material predominante en las paredes exteriores del distrito de Luya- Provincia de Luya. Departamento de Amazonas. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/reporte-estadistico>
- Hernandez S. (2010) *Metodología de la Investigación*. MEXICO: MC. DRAW HILL.
- Herrera D. & Núñez, C. (2021). Influencia de la fibra de caña de azúcar, en el incremento de la resistencia a la compresión del adobe, San Ignacio 2021(tesis de pregrado). Universidad Cesar vallejo, Moyobamba, Perú.
- Mendoza E. (2019). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con fibra de caña y el adobe convencional, Carabayllo – 2019 (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078.1999. Método de ensayo para para el análisis granulométrico. LIMA: INDECOPI, 1999.
- NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078.2012. CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. LIMA: INDECOPI, 2012.
- NORMA TÉCNICA PERUANA. 339.078. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura. [22 de diciembre de 1999]. Lima- Perú:

<https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexionpdf>

- NORMA TÉCNICA PERUANA. 399.613. (2003). Absorción. Lima-Perú. - NORMA TÉCNICA PERUANA. 399.613. (2003). Lima-Perú.
- NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 5 de abril de 2017.
- Quispe O. (2019). Características mecánicas de tapial elaborados con fibras de caña de azúcar, distrito de Bagua Grande, región Amazonas en el 2018 (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Samame J. (2023). Mejoramiento de la resistencia a la humedad del adobe utilizando bagazo de caña en el distrito de Tuman, Lambayeque (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipan, Pimentel, Perú.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADO DE ENSAYOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ENSAYO UNTRM-24-001

RAZÓN SOCIAL : LUIS ALDO CASTILLO AMPUERO
DOMICILIO LEGAL : JR. TRIUNFO N°518- CHACHAPOYAS
RUC/DNI : 46919263
SOLICITADO POR : LUIS ALDO CASTILLO AMPUERO
TIPO DE CLIENTE : INTERNO (INVESTIGACION - TESIS)
PROYECTO : COMPARACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL ADOBE TRADICIONAL CON ADOBE REFORZADO CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, LUYA, 2022
UBICACIÓN DEL PROYECTO : CHACHAPOYAS, AMAZONAS
FECHA(S) DE MUESTREO : 2024-01-03
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2024-02-06
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2024-02-20 AL 2024-03-07
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2024-04-02



ENSAYO(S) DE LABORATORIO:

Ensayo	Norma de Ensayo	Método	Unidades
Contenido de Humedad	ASTM D2216 2019 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass	B	%
Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad	ASTM D4318 2017 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils	A (Multipunto)	-
Análisis Granulométrico	ASTM D6913 2017 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis	-	%
Clasificación SUCS	ASTM D2487 2017 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)	-	-
Clasificación de Suelos AASHTO	ASTM D3282 2015 Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes	-	-
Módulo de Rotura (Ensayo de Flexión)	NTP 399.613 2017 Métodos de Muestreo y Ensayo de Ladrillos de Arcilla Usados en Albañería	-	N/mm
Resistencia a la Compresión	NTP 399.613 2017 Métodos de Muestreo y Ensayo de Ladrillos de Arcilla Usados en Albañería	-	kPa
Absorción	NTP 399.613 2017 Métodos de Muestreo y Ensayo de Ladrillos de Arcilla Usados en Albañería	-	%

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
Laboratorio: Calle Higos Urco Nro. 342 Calle Universitaria (Calle Universitaria) – Amazonas
• Web: <http://www.untrm.edu.pe> • Contacto Electrónico: labmsyp@untrm.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

INFORME DE ENSAYO

UNTRM-24-001

II. RESULTADOS:

Contenido de Humedad							
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/ Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Código del cliente
Suelo	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	MC-1
Código del Laboratorio	Técnico Autorizado	Método de prueba	Masa Menor que el Mínimo Requerido	Material Excluido de la Muestra de Prueba	Contenia más de un Tipo de Material	Temperatura de Secado Diferente de 110 ± 5 °C	
2024020001	Edgar Ordóñez	B	NO	NO	NO	NO	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	
N° de Tarro	ID	68	4
Peso de tara	g	449,7	254,7
Peso de la tara + muestra húmeda	g	1 580,4	1 345,1
Peso de la tara + muestra seca	g	1 479,6	1 247,68
Contenido de Humedad	%	9,79	9,81
Contenido de Humedad Promedio	%	9,8	

Clasificación de Suelos											
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/ Progresiva		Sondeo		Profundidad (m)	Código del cliente		
Suelo	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-		-		-	MC-1		
Código del Laboratorio	Técnico Autorizado	COEFICIENTES		D ₆₀ [*]	D ₃₀ [*]	D ₁₀ [*]	C _u [*]	C _c [*]	Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice plasticidad (IP)
2024020001	Edgar Ordóñez			0,143	0,041	0,014	10,53	0,85	22	13	9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS		CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO		
CL		A-4		Índice de grupo: 2
Arcilla baja plasticidad arenosa CL		Suelo limoso		

*C_u: Coeficiente de uniformidad *C_c: Coeficiente de curvatura
 *D₆₀: Diámetro 60 mm
 *D₃₀: Diámetro 30 mm
 *D₁₀: Diámetro 10 mm

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

 JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 Laboratorio: Calle Higos Urco Nro. 342 Calle Universitaria (Calle Universitaria) – Amazonas
 • Web: <http://www.untrm.edu.pe> • Contacto Electrónico: labmsyp@untrm.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

INFORME DE ENSAYO

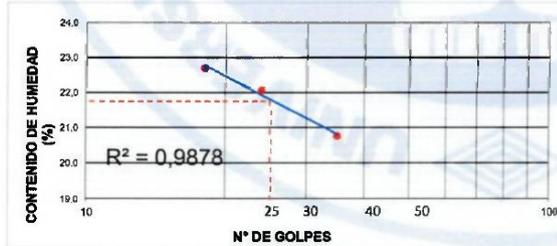
UNTRM-24-001

II. RESULTADOS:

Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad							
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/ Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Código del cliente
Suelo	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	MC-1
Código del Laboratorio	Técnico Autorizado	Tamaño Máximo de partícula	Contenido de humedad de recepción	Método de ensayo	Descripción del Visual		
2024020001	Edgar Ordóñez	1/4"	9,8 %	Método A (Multipunto)	Arcilla baja plasticidad arenosa		
Herramienta de Ramador	Preparación de Muestra	(%) Retenido en el tamiz (No. 40)	Determinación de Límite Líquido	Tipo de rolado usado en el Límite plástico	Eliminación de las partículas mayores a No 40	Se retiró Lente de Arena	
Metál	Seca al Aire	15,80 %	Manual	Manual	SI	NO	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
N° de Tarro, ID	T-124	T-151	T-113	N° de Tarro, ID	T-83	T-86
Peso de Tarro + Suelo Humedo, (g)	36,44	36,44	36,47	Peso de Tarro + Suelo Humedo, (g)	27,51	27,51
Peso de Tarro + Suelo Seco (Masa Constante), (g)	33,57	33,63	33,82	Peso de Tarro + Suelo seco (Masa Constante), (g)	26,78	26,79
Peso de Tarro, (g)	20,93	20,89	21,06	Peso de Tarro, (g)	21,03	21,10
Peso de Agua, (g)	2,87	2,81	2,65	Peso de Agua, (g)	0,73	0,72
Peso del Suelo Seco, (g)	12,64	12,74	12,76	Peso de Suelo seco, (g)	5,75	5,69
Contenido de Humedad, (%)	22,7	22,1	20,8	Contenido de Humedad, (%)	12,7	12,7
Numero de Golpes	18	24	36			

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



RESULTADOS:

Constantes Físicas de la Muestra	
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	22
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	13
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	9

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
[Firma]
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
Laboratorio: Calle Higos Urco Nro. 342 Calle Universitaria (Calle Universitaria) – Amazonas
• Web: <http://www.untrm.edu.pe> • Contacto Electrónico: labmsyp@untrm.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

INFORME DE ENSAYO

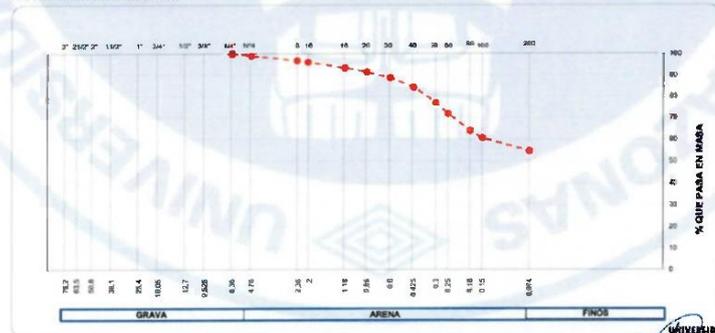
UNTRM-24-001

II. RESULTADOS:

Análisis Granulométrico							
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/ Progreiva	Sondeo	Profundidad (m)	Muestra Utilizada
Suelo	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	Completa
Procesamiento de muestras		Descripción del Visual			Código del cliente	Código del Laboratorio	Técnico Autorizado
Secado al horno		Arcilla baja plasticidad arenosa			MC-1	202402001	Edgar Ordóñez

N	TAMIZ		RETEN	PORCENTAJE PASA	RESUMEN	
	(pulg)	(mm)			Masa de Material	DESCRIPCIÓN
1	4"	101.6	---	100	Masa Inicial Total (g)	500.2 g
2	3"	76.2	---	100	Masa Fracción Fina Para Lavar (g)	-
3	2 1/2"	63.5	---	100	Tamiz de separación:	-
4	2"	50.8	---	100	Características	
5	1 1/2"	38.1	---	100	DESCRIPCIÓN	VALOR
6	1"	25.4	---	100	Tamaño Máximo	1/4"
7	3/4"	19.05	---	100	Tamaño Máximo Nominal	Nº 4
8	1/2"	12.7	---	100	Grava	1.0 %
9	3/8"	9.525	---	100	Arena	44.5 %
10	1/4"	6.35	---	100	Finos	54.6 %
11	Nº 4	4.76	4.88	99	Características	
12	Nº 8	2.36	11.90	97	D ₈₅	0.455 (mm)
13	Nº 10	2	3.41	96	D ₆₀	0.143 (mm)
14	Nº 16	1.18	12.62	93	D ₅₀	0.068 (mm)
15	Nº 20	0.85	9.85	91	D ₃₀	0.041 (mm)
16	Nº 30	0.6	13.48	89	D ₁₅	0.020 (mm)
17	Nº 40	0.425	22.86	84	D ₁₀	0.014 (mm)
18	Nº 50	0.3	39.29	77	Coefficiente de Curvatura, C _c	0.85
19	Nº 60	0.25	25.53	72	Coefficiente de Uniformidad, C _u	10.53
20	Nº 80	0.18	39.37	64		
21	Nº 100	0.15	17.05	61		
22	Nº 200	0.074	30.12	55		
23	Pasante	0	272.84	0		

GRÁFICO DE CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
[Firma]
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
Laboratorio: Calle Higos Urco Nro. 342 Calle Universitaria (Calle Universitaria) – Amazonas
• Web: <http://www.untrm.edu.pe> • Contacto Electrónico: labmsyp@untrm.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

INFORME DE ENSAYO

UNTRM-24-001

II. RESULTADOS:

Módulo de Rotura (Ensayo de Flexión)									
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Código del cliente	Código del Laboratorio	Técnico Autorizado
Adobe	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	varios	varios	Edgar Ordóñez

Código del cliente	Código del Laboratorio	ANCHO	LARGO	ALTURA	AREA BRUTA	VOLUMEN	DISTANCIA ENTRE APOYOS	PESO		CARGA MÁXIMA		CARGA DE ROTURA ⁽¹⁾
		cm	cm	cm	cm ²	cm ³	cm	g	kg	N	N/mm	
MA-1	2024020002	19,616	39,342	9,853	771,73	7 603,88	24	13 535	388,1	3806	194,0	
MA-2	2024020005	19,348	38,982	3,329	754,22	2 510,81	24	13 081	370,5	3633	151,4	
MA-3	2024020008	19,412	39,004	10,437	757,15	7 902,33	24	13 612	446,2	4376	182,3	
MA-4	2024020011	19,682	39,176	9,937	770,28	7 654,26	24	13 236	355,1	3482	145,1	
MA-5	2024020014	19,627	39,067	9,418	766,77	7 221,42	24	13 276	449,2	4405	183,5	
MA-6	2024020017	19,456	39,058	10,051	759,91	7 637,88	24	13 136	410,8	4029	167,9	
Promedio											171	

⁽¹⁾ Carga de Rotura por Unidad de ancho de cada espécimen

Módulo de Rotura (Ensayo de Flexión)									
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Código del cliente	Código del Laboratorio	Técnico Autorizado
Adobe	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	varios	varios	Edgar Ordóñez

Código del cliente	Código del Laboratorio	ANCHO	LARGO	ALTURA	AREA BRUTA	VOLUMEN	DISTANCIA ENTRE APOYOS	PESO		CARGA MÁXIMA		CARGA DE ROTURA ⁽¹⁾
		cm	cm	cm	cm ²	cm ³	cm	g	kg	N	N/mm	
MB-1	2024020020	19,904	39,454	9,747	785,29	7 654,25	24	12 974	518,0	5080	255,2	
MB-2	2024020023	19,754	39,353	9,956	777,39	7 739,59	24	12 901	539,8	5294	220,6	
MB-3	2024020026	19,802	39,579	9,480	783,74	7 429,89	24	12 183	414,9	4069	169,5	
MB-4	2024020029	19,947	39,385	9,429	785,61	7 407,54	24	12 152	542,3	5318	221,5	
MB-5	2024020032	19,670	39,425	9,451	775,49	7 329,15	24	12 499	460,4	4515	188,1	
MA-6	2024020017	19,907	39,385	9,329	783,50	7 309,27	24	11 828	458,0	4491	187,1	
Promedio											207	

⁽¹⁾ Carga de Rotura por Unidad de ancho de cada espécimen

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
[Firma]
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
Laboratorio: Calle Higos Urco Nro. 342 Calle Universitaria (Calle Universitaria) – Amazonas
• Web: <http://www.untrm.edu.pe> • Contacto Electrónico: labmsyp@untrm.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

INFORME DE ENSAYO

UNTRM-24-001

II. RESULTADOS:

Resistencia a la Compresión									
Tipo de Materia:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Código del cliente	Código del Laboratorio	Técnico Autorizado
Adobe	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	varios	varios	Edgar Ordóñez

Código del cliente	Código del Laboratorio	ANCHO	LARGO	ALTURA	AREA BRUTA	PESO	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	
		cm	cm	cm	cm ²	g	kg	kg/cm ²	kPa
MA-1	2024020003	9,842	9,561	9,612	94,10	1 552,0	1 129,0	12,0	1 176,6
MA-2	2024020006	9,448	9,536	9,422	90,10	1 533,0	1 119,8	12,4	1 218,9
MA-3	2024020009	9,533	9,530	9,634	90,85	1 556,0	1 193,3	13,1	1 288,1
MA-4	2024020012	9,466	9,621	9,521	91,07	1 545,0	1 190,0	13,1	1 281,4
MA-5	2024020015	9,466	9,589	9,532	90,79	1 493,0	1 001,4	11,0	1 081,7
MA-6	2024020018	9,333	9,673	9,491	90,28	1 456,0	1 088,0	12,1	1 181,9
Promedio									1 173

Resistencia a la Compresión									
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Código del cliente	Código del Laboratorio	Técnico Autorizado
Adobe	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	varios	varios	Edgar Ordóñez

Código del cliente	Código del Laboratorio	ANCHO	LARGO	ALTURA	AREA BRUTA	PESO	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	
		cm	cm	cm	cm ²	g	kg	kg/cm ²	kPa
MB-1	2024020021	9,876	9,476	9,762	93,58	1 454,0	1 438,7	15,4	1 507,8
MB-2	2024020024	9,693	9,853	9,681	95,51	1 372,0	1 391,8	14,6	1 428,1
MB-3	2024020027	9,700	9,699	9,721	94,08	1 451,0	1 401,2	14,9	1 460,5
MB-4	2024020030	9,663	9,698	9,682	93,71	1 286,0	1 410,7	15,1	1 476,2
MB-5	2024020033	9,639	9,447	9,563	91,05	1 369,0	1 372,9	15,1	1 478,6
MB-6	2024020036	10,050	9,833	9,461	98,82	1 267,0	1 382,6	14,0	1 372,1
Promedio									1 449

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 Laboratorio: Calle Higos Urco Nro. 342 Calle Universitaria (Calle Universitaria) – Amazonas
 • Web: <http://www.untrm.edu.pe> • Contacto Electrónico: labmsyp@untrm.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

INFORME DE ENSAYO

UNTRM-24-001

II. RESULTADOS:

Absorción									
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Temperatura del agua ⁽¹⁾	Tiempo de Sumersión	Técnico Autorizado
Adobe	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	20,5 %	24 h	Edgar Ordóñez

Código del cliente	Código del Laboratorio	ANCHO	LARGO	ALTURA	AREA	VOLUMEN	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
		cm	cm	cm	cm ²	cm ³	g	g	%
MA-1	2024020004	39,157	19,485	10,021	762,97	7 645,8	13 806,0	Nulo	Nulo
MA-2	2024020007	39,398	19,389	9,895	763,89	7 405,9	13 710,0	Nulo	Nulo
MA-3	2024020010	39,106	19,375	9,745	757,68	7 383,6	14 161,0	Nulo	Nulo
MA-4	2024020013	39,123	19,494	9,908	762,66	7 556,5	13 146,0	Nulo	Nulo
MA-5	2024020016	39,373	19,730	9,770	776,83	7 569,6	13 619,0	Nulo	Nulo
MA-6	2024020019	39,062	19,607	9,176	765,89	7 027,8	13 040,0	Nulo	Nulo
Promedio									Nulo ⁽²⁾

⁽¹⁾ Ensayo en Agua Fria

⁽²⁾ Los especímenes se destruyeron en el Tiempo de Sumersión

Absorción									
Tipo de Material:	Condición de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo (h)	Cantera/Progresiva	Sondeo	Profundidad (m)	Temperatura del agua ⁽¹⁾	Tiempo de Sumersión	Técnico Autorizado
Adobe	Muestra Alterada	2024-01-03	14:00	-	-	-	20,5 %	24 h	Edgar Ordóñez

Código del cliente	Código del Laboratorio	ANCHO	LARGO	ALTURA	AREA	VOLUMEN	PESO SECO	PESO SATURADO	% ABSORCIÓN
		cm	cm	cm	cm ²	cm ³	g	g	%
MB-1	2024020022	39,110	19,458	9,262	761,00	7 048,4	10 402	13 125	26,18
MB-2	2024020025	39,690	19,769	9,275	788,59	7 314,1	10 667	13 459	26,17
MB-3	2024020028	39,811	19,736	9,578	785,71	7 525,5	10 452	13 326	27,50
MB-4	2024020031	38,799	19,722	9,304	765,19	7 119,4	10 450	13 224	26,55
MB-5	2024020034	39,182	19,426	10,085	781,15	7 676,2	10 397	13 118	26,17
MB-6	2024020037	39,647	19,790	9,588	784,61	7 521,3	10 566	13 319	26,17
Promedio									26,5

⁽¹⁾ Ensayo en agua Fria

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
Laboratorio: Calle Higos Urco Nro. 342 Calle Universitaria (Calle Universitaria) – Amazonas
• Web: <http://www.untrm.edu.pe> • Contacto Electrónico: labmsyp@untrm.edu.pe

ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 9. Ensayo de análisis Granulométrico de suelo seleccionado



Figura 10. Ensayo Granulométrico tamiz por tamiz para un mejor resultado.



Figura 11. Tamizado por la malla N° 40 para realizar los ensayos de límites de consistencia.

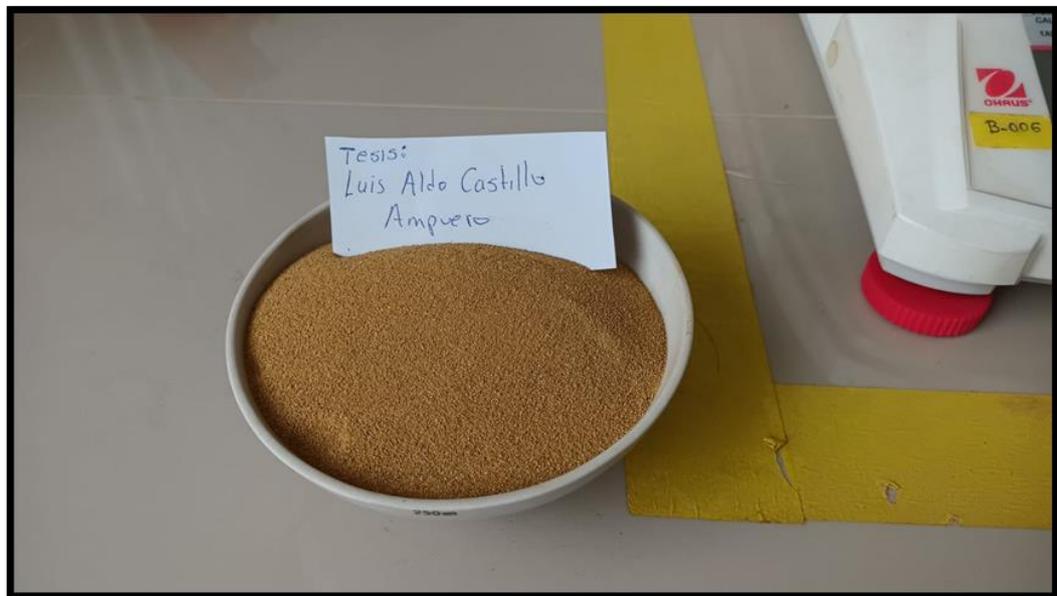


Figura 12. Muestra tamizada lista para realizar los Limites de Consistencia



Figura 13. Humectando la muestra para determinar el Limite líquido (LL).

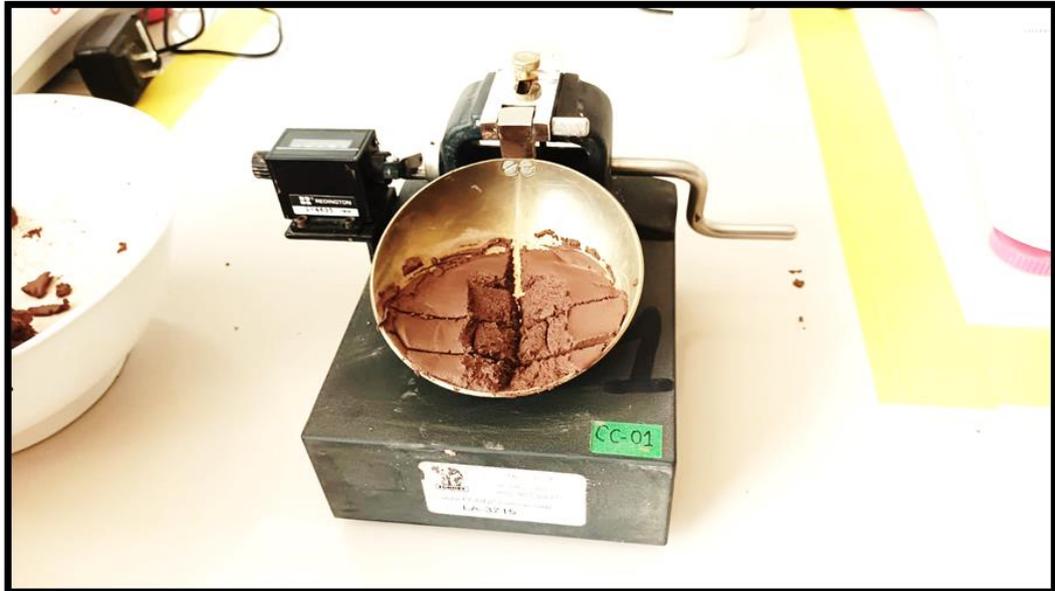


Figura 14. Ensayo en la cuchara de casa grande para determinar el LL.



Figura 15. Realizando rollitos para determinar el Limite Plástico (LP)



Figura 16. Fibra de bagazo de caña de azúcar.



Figura 17. Preparando el suelo mezclado con paja para para la elaboración del adobe tradicional.



Figura 18. Preparando el suelo adicionando la fibra de bagazo de caña de azúcar



Figura 19. Moldeado de los adobes.



Figura 20. Adobes listos para su primer secado.



Figura 21. Colocación de los adobes tradicionales de canto para completar su secado.



Figura 22. Colocación de los adobes reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar para completar su secado



Figura 23. Registro de dimensiones de los bloques de adobe para realizar los ensayos de compresión.



Figura 24. Registro del peso de los bloques de adobe para realizar los ensayos de compresión.



Figura 25. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe tradicional (Antes).



Figura 26. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe tradicional (Después).



Figura 27. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar (Antes).



Figura 28. Ensayo a la resistencia a la compresión de bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar (Después).



Figura 29. Registro de las medidas de los bloques de adobe para realizar los ensayos de flexión.



Figura 30. Adobes tradicionales y reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar listos para realizar los ensayos de flexión.



Figura 31. Bloque de adobe tradicional listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Antes).



Figura 32. Bloque de adobe tradicional listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Después).



Figura 33. Bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Antes).



Figura 34. Bloque de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar listo para ser sometido al ensayo de resistencia a la flexión (Después).



Figura 35. Adobes sumergidos en agua para determinar el porcentaje de absorción.



Figura 36. Bloques de adobe tradicional luego de ser sumergidos 24 horas bajo agua.



Figura 37. Bloques de adobe reforzado con fibra de caña de azúcar luego de ser sumergidos 24 horas bajo agua.



Figura 38. Bloques de adobe reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar listos para ser pesados.



Figura 39. Registro de peso de los adobes sumergidos por 24 horas en agua.