

MEJORAMIENTO DE REFUERZO PARA VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN ADOBE
INCORPORANDO FIBRAS DE PLÁTANO

Pablo Alejandro Conde Ovalle



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Tecnología en construcciones arquitectónicas

Facultad de arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá D.C.

**Mejoramiento de refuerzo para viviendas construidas en adobe incorporando fibras
de plátano**

Pablo Alejandro Conde Ovalle

**Proyecto de grado para obtener el Título de
Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas**

Docente de Proyecto

ARQ. Humberto Pacifico



Universidad la Gran Colombia
Tecnología en construcciones arquitectónicas
Facultad de arquitectura
Bogotá D.C.

2022

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a Dios, a mi familia que siempre ha estado apoyándome en este proceso.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por brindarme la salud para poder estudiar, a mi familia por el apoyo que he recibido y a los profesores que me han ayudado.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos.....	15
Marcos Referenciales	16
Marco Conceptual	16
Adobe:.....	16
Resistencia al corte de la albañilería:.....	16
Reforzamiento externo.....	16
Construcciones Sismoresistentes:	17
Fibra de Plátano:	17
Componentes tratamiento de la fibra.....	17
Anhídrido Acético:	17
Epiclorhidrina:	18
Marco Legal:	18
Norma Técnica de Edificación NTE E.080	18
Norma Chilena Nch 3332 Estructuras – Intervención de construcciones patrimoniales de tierra cruda	19

Marco Teórico	20
Caracterización de daños en construcciones en adobe (Perú).	20
Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada.	22
Manual de refuerzo de viviendas en adobe (GUATEMALA).	24
Refuerzo con Malla de gallinero o electro soldada:	24
Refuerzo con vigas de amarre:	25
Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada.	25
Rehabilitación con elementos de madera confinantes:.....	26
Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos.	27
Preparación y caracterización de fibras naturales (ESPAÑA).	31
Elaboración de un material bicompuesto a partir de la fibra de plátano(colombia).....	31
Mejoramamiento de refuerzo para viviendas construidas en adobe incorporando fibras de plátano	32
Definición:	32
Obtención de la fibra:	33
Tratamiento de la fibra:	35
Elaboración del tejido.....	36
Anclaje de la fibra al muro:	37
Ensayos de laboratorio	41

Ensayo a tracción de la fibra:	41
Resistencia compresión a la unidad de adobe	43
Ensayo a compresión diagonal (corte) en muretes.....	43
Comportamiento muretes sometido a compresión diagonal	47
Cuadro comparativo de sistemas de reforzamiento	48
Discusión y Recomendaciones.....	50
Referencias Bibliográficas	51
Anexos	53

Lista de figuras

Figura 1 Reforzamiento Sobre Muro.	16
Figura 2 Ensayo Compresión Diagonal	19
Figura 3 Daños por Fuerzas Perpendiculares.....	20
Figura 4 Daños por Fuerzas Cortantes.....	21
Figura 5 Agrietamiento Horizontal	22
Figura 6 Agrietamiento Vertical	23
Figura 7 Agrietamiento en Esquinas.....	23
Figura 8 Falla por Cortante.....	24
Figura 9 Refuerzo con Malla.	24
Figura 10 Refuerzo con Vigas de Amarre.	25
Figura 11 Refuerzo con Malla de Acero.....	26
Figura 12 Refuerzo con Madera.....	26
Figura 13 Ensayo a Murete Reforzado con Malla Electro soldada.....	27
Figura 14 Ensayo a Murete Reforzado con Malla Vena.....	28
Figura 15 Ensayo a Murete Reforzado con Fibra de Fique.	29
Figura 16 Fibra de Plátano.....	32
Figura 17 Pseudotallo de Plátano.....	33
Figura 18 Extracción Fibra.	34
Figura 19 Extracción Fibra 2.	34
Figura 20 Tratamiento de la Fibra.	35
Figura 21 Dimensiones de la Fibra de Plátano.	36
Figura 22 Elaboración del Tejido con la Fibra.	36

Figura 23 Anclaje de la Fibra al Muro Paso 1.	38
Figura 24 Anclaje de la Fibra al muro Paso 2.....	38
Figura 25 Anclaje de la Fibra al Muro Paso 3.	39
Figura 26 Anclaje de la Fibra al Muro Paso 4.	39
Figura 27 Anclaje de la Fibra al Muro Paso 5.	40
Figura 28 Ensayo de la Fibra.	41
Figura 29 Proceso Constructivo Muretes.....	43
Figura 30 Ensayo a Compresión Diagonal Murete.....	45
Figura 31 Comportamiento Murete 1.	47
Figura 32 Comportamiento Murete 2.	47
Figura 33 Comportamiento Murete 3.	48

Lista de tablas

Tabla 1 Resultado de Ensayo	28
Tabla 2 Resultados de Ensayo.....	29
Tabla 3 Resultado Ensayo Fique.....	30
Tabla 4 Características de Distintas Fibras Vegetales	31
Tabla 5 Propiedades Mecánicas de la Fibra de Plátano.	31
Tabla 6 Resistencia fibra de plátano.	42
Tabla 7 Resistencia unidad de adobe	43
Tabla 8 Dimensiones murete.....	44
Tabla 9 Resistencia compresión diagonal muretes.	46
Tabla 10 Cuadro comparativo entre sistemas de reforzamiento.	49

Resumen

Este trabajo de investigación se realiza a partir de la vulnerabilidad que tienen las construcciones existentes en adobe ante los diferentes esfuerzos que pueden tener al momento de un movimiento telúrico, ya que por su material de composición y la forma vernáculo en que se construye se convierte en un sistema rígido y frágil que lo hace poco resistente ante esfuerzos a tracción y fuerzas cortantes obteniendo de esta manera pérdidas de vida y materiales. Teniendo en cuenta lo anterior como base se propone un reforzamiento de los muros de adobe con fibra de plátano tratada contra la humedad y que sea más durable, utilizando un sistema de anclaje con materiales de fácil obtención y de bajo costo, es importante señalar que lo expuesto aquí es una alternativa para los constructores, arquitectos, restauradores o personas del común que tengan acceso a residuos de las cosechas de plátano para extraer la fibra y la puedan utilizar para reforzar los muros de las viviendas construidas en adobe.

Palabras clave: Tracción, fuerzas cortantes, vernáculo, fibra de plátano.

Abstract

This research work is done on the basis of the vulnerability that have existing buildings in adobe to the different efforts that may have at the time of an earthquake, since by its material composition and the form of the vernacular is constructed becomes a rigid system and fragile that makes it resistant to efforts to traction and cutting forces, obtaining in this way loss of life and materials. Taking into account the above as a basis it is proposed a strengthening of the adobe walls with banana fiber treated against moisture and make it more durable, using an anchoring system with readily available materials and low-cost, it is important to note that this is an alternative for builders, architects, restorers or ordinary people who have access to crop residues of plantain to extract the fiber and can be used to strengthen the walls of the houses built in adobe.

Key words: Traction, cutting forces, vernacular, fiber of banana.

Introducción

Actualmente existen muchas construcciones realizadas en adobe a nivel mundial, considerándose en algunos lugares patrimonios importantes en la sociedad, como es el caso Chan Chan en Perú, La ruta del adobe en el Departamento de Tinogasta-Argentina, y en Colombia las diversas edificaciones en el barrio la candelaria en Bogotá, también en Barichara municipio de Santander donde la mayor parte de las viviendas están construidas en tierra conservándose en la actualidad.

De igual manera viviendas se han construido con el sistema vernáculo en adobe debido a diversos factores favorables, por ser una construcción vernácula estas viviendas se construyen con materiales obtenidos en el entorno reduciendo así costos a nivel de estos, también tiene la ventaja que no requiere una mano de obra certificada como un arquitecto o profesiones a fines, sino que con una debida capacitación una persona puede erigir su propia casa.

No obstante las construcciones en adobe tienen una alta vulnerabilidad sísmica, debido a su casi nula resistencia a la tracción, y ante el mal comportamiento ante fuerzas cortantes producidas por terremotos incluso sismos moderados ya que no tienen ningún tipo de reforzamiento que actué ante estos fenómenos naturales llegando al colapso de la edificación, obteniendo así pérdidas de vida humana y también materiales, lo cual para la norma NSR 10 de Colombia no la contempla en ninguno de los Títulos que la componen, debido a lo anterior profesionales en este caso han intervenido con diferentes alternativas para reforzar ya sea construcciones nuevas o existentes en adobe como es el caso de la utilización de listones de madera, malla electro soldada, malla vena, acero, vigas corona en bahareque, elementos que en algunos casos ya no hacen parte de materiales que se pueden conseguir en el entorno dificultando la obtención de estos por las comunidades y elevando los costos de la vivienda.

Estudiantes de la Universidad la Gran Colombia en el año 2016 realizaron una propuesta para satisfacer estas necesidades, mediante la implementación de fibras de “fique como elemento de confinamiento de los muros de adobe ante la sollicitación de fuerzas cortantes”. (Gaona & Soler, 2016).

En esta propuesta los estudiantes realizaron ensayos a compresión diagonal de muretes realizados con diferentes tipos de reforzamiento incluyendo el que tenía las fibras de fique, basándose en la norma Técnica de edificaciones NTE E 0.80 adobe de Perú como referente. Al momento de comparar los resultados de su propuesta con los demás reforzamientos se observa que no logro una resistencia mayor o igual a los otros métodos pero que si redujeron los costos de producción.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone mejorar el reforzamiento utilizado en el proyecto *Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos* elaborado por los estudiantes José Luis Gaona y Jair Albeiro Soler (2016), por otro tipo de fibra vegetal con mayor resistencia a la tracción en este caso Fibra de Plátano y con un sistema de anclaje diferente al utilizado, para aumentar la resistencia del refuerzo de igual manera sin aumentar los costos utilizando materiales en el entorno y amigables con el medio ambiente.

Objetivos

Objetivo general

- Mejorar el refuerzo de muros para viviendas construidas en adobe incorporando fibras de plátano, aumentando su resistencia ante fuerzas cortantes.

Objetivos específicos

- Implementar un correcto sistema de anclaje de la fibra de plátano al muro, brindando consistencia entre los elementos.
- Elaborar muretes con la fibra de plátano instalada y someterlos a ensayos a compresión diagonal en los laboratorios de la Universidad la Gran Colombia.
- Realizar análisis comparativos entre un sistema y otro, con los datos estimados del reforzamiento “FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS” y los datos obtenidos de los ensayos del reforzamiento mejorado.

Marcos Referenciales

Se toma como referente los conceptos básicos del sistema tradicional en adobe, y las normas que rigen y avalan este sistema constructivo vernáculo.

Marco Conceptual

Adobe:

El adobe es un sistema de mampostería no reforzada. Se forma al moldear arcilla con agua y secar la masa al aire libre, repellada normalmente con mortero de cal. Los muros se forman al colocar hileras de adobes pegados con la misma arcilla humedecida.

(CONRED, s.f., p. 6).

Resistencia al corte de la albañilería:

Es el resultado que se obtiene mediante ensayos de compresión diagonal.

Reforzamiento

Se define como “elementos constituidos por materiales con alta capacidad de tracción, que sirven para controlar los desplazamientos de muros en caso de fisuras estructurales”.

(Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2017, p. 5).

Figura 1

Reforzamiento Sobre Muro.



Fuente: Investigación IDPC - AIS (2015) Proceso constructivo de especímenes de adobe, en Laboratorio de Estructuras Uniaxiales, para ensayo en mesa vibratoria.

Tomado de “Investigación IDPC” por Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica [AIS], 2015. (<http://imaginabogota.com/columna/patrimonio-cultural-y-reforzamiento-estructural-en-arquitectura-de-tierra-cruda/>)

Construcciones Sismo resistentes:

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS, 2004), “Una edificación es resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos.” (p.11).

Fibra de Plátano:

Fibra interna vegetal extraída del seudo tallo del árbol de plátano.

Componentes tratamiento de la fibra

Anhídrido Acético:

Según Rodríguez (2014),

su principal objetivo es la reacción de los grupos hidroxilo (OH) de la fibra con los grupos acetilo (CH₃CO), haciendo que su superficie se torne más hidrofóbica. Es un líquido incoloro, que huele fuertemente a vinagre (ácido acético) debido a su reacción con la humedad del aire. (p.16).

Epiclorhidrina:

Rodríguez (2014), indica que la “epiclorhidrina se utiliza en la industria del caucho como solvente y como materia prima para la fabricación de resinas epoxicas y fenolicas. Ha sido utilizada en biopolimeros como el quitosano como agente entrecruzador y mejora la tenacidad del material”. (p.16).

Marco Legal:

El marco legal se basa en la normativa que acoge al sistema de construcción en tierra, como en Colombia no se incluye en la NSR 10, se toma en cuenta la norma requerida en Perú y Chile como base para poder realizar el trabajo.

Norma Técnica de Edificación NTE E.080

La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño. El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas.

8.4 Resistencia al Corte de la Albañilería La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por: a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 7. Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes. El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtendrá con la expresión:

$$V_m = 0,4 \text{ ft}'$$

Donde: ft' = esfuerzo último del murete de ensayo.

Este valor será el sobrepasado por de 2 de cada 3 de los muretes ensayados.

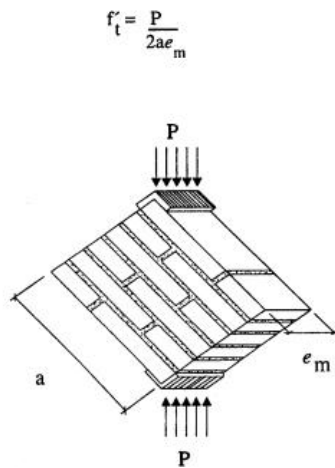
b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al corte:

$V_m = 0,25 \text{ kg/cm}^2$. (como se cita en Peruano, “Reglamento Nacional de Construcciones”, 2017, p. 16).

Figura 2

Ensayo Compresión Diagonal

FIGURA 7
ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL



Tomado de “Reglamento Nacional de constructores” por Ministerio de vivienda construcción y saneamiento 2017. (<https://centrocidart.files.wordpress.com/2013/10/norma-peruana-de-adobe.pdf>)

Norma Chilena Nch 3332 Estructuras – Intervención de construcciones patrimoniales de tierra cruda

3.24 Resistencia al corte de la albañilería cociente entre dos veces la fuerza aplicada sobre la diagonal de un murete cuadrado de albañilería de adobe, y π veces el área transversal diagonal del murete mismo:

5.1 Criterios Estructurales

Criterios basados en mantener, restituir o aumentar la capacidad estructural, cuyo objetivo es resistir las fuerzas de diseño estático y sísmico; criterios basados en el desempeño estructural durante los sismos, cuyo objetivo es controlar los desplazamientos de la estructura agrietada por ellos, evitando el colapso de los elementos, en base a refuerzos de mínima intervención, compatibles y reversibles; y criterios mixtos, donde se complementan los dos criterios anteriores. (Comisión de construcción patrimonial, 2013, p.7).

Marco Teórico

En el marco teórico se describirá los daños producidos en las construcciones en adobe por terremotos, las técnicas de reforzamiento utilizadas actualmente y los resultados de los ensayos realizados por los estudiantes de la Gran Colombia, de igual manera los diferentes estudios y ensayos realizados a la fibra de plátano.

Caracterización de daños en construcciones en adobe (Perú)

Daniel Torrealva Dávila (2007) ingeniero de la Pontificia Universidad Católica del Perú expone los distintos tipos de daños que pueden llegar a presentar las construcciones en adobe de las cuales expone dos como las principales:

- Daños causados por fuerzas perpendiculares al plano del muro, este tipo de fuerzas produce que los muros se comporten independientemente unos de otros generando grietas verticales en las esquinas superiores de los muros que se propagan hacia abajo, aislando los muros y produciendo el colapso por volteo fuera del plano, los muros no portantes libre o de fachada son los más vulnerables a este tipo de falla. (p.5).

Figura 3

Daños por Fuerzas Perpendiculares

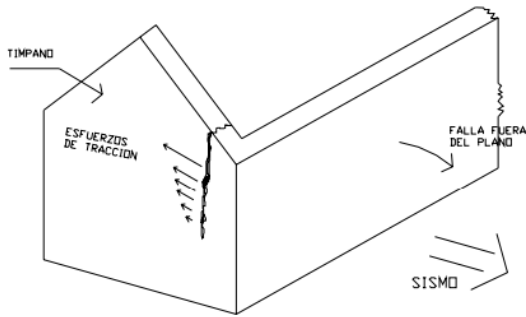


Foto 1. Inicio de la grieta en la parte superior del tímpano, Cuzco 1985.
Foto: D. Torrealva

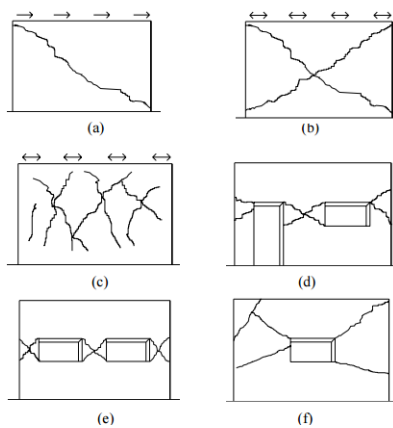
Tomado de “Caracterización de daños en construcciones en adobe” por D. Torrealva, 2007. ([http://www.gerdipac.com.pe/Segun%20PUCP%20Caracterizacion danos.pdf](http://www.gerdipac.com.pe/Segun%20PUCP%20Caracterizacion%20danos.pdf))

Daños causados por fuerzas cortantes en el plano del muro, producen las típicas grietas en forma de x, estas grietas comienzan muchas veces en las esquinas de aberturas de puertas y ventanas donde existen concentración de esfuerzos a tracción.

Estos daños podrían disminuirse con un refuerzo aplicado al muro para evitar o demorar al máximo el colapso de la estructura. (Torrealva, 2007, p.22).

Figura 4

Daños por Fuerzas Cortantes



Tomado de “Caracterización de daños en construcciones de adobe” por Daniel Torrealva Davila, 2007. ([http://www.gerdipac.com.pe/Segun%20PUCP%20Caracterizacion danos.pdf](http://www.gerdipac.com.pe/Segun%20PUCP%20Caracterizacion%20danos.pdf))

Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada

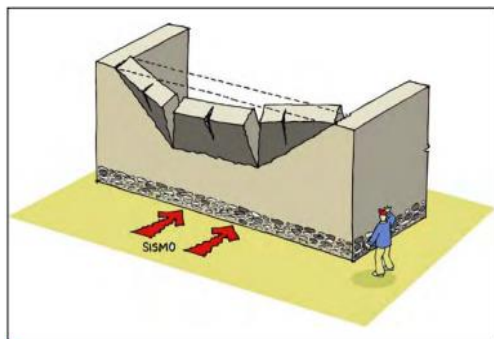
Este manual elaborado por la Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS-2004), da a conocer que existen 8 tipos de fallas típicas que sufren las construcciones en tierra ya sea adobe o tapia pisada, de las cuales para este trabajo se toman como referencia 4 tipos:

Falla tipo 1:

Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento horizontal en la base o a una altura intermedia y agrietamientos verticales adicionales que constituyen el mecanismo de falla. Este tipo de mecanismo de falla es frecuente en muros largos sin restricciones transversales. (p.54).

Figura 5

Agrietamiento Horizontal

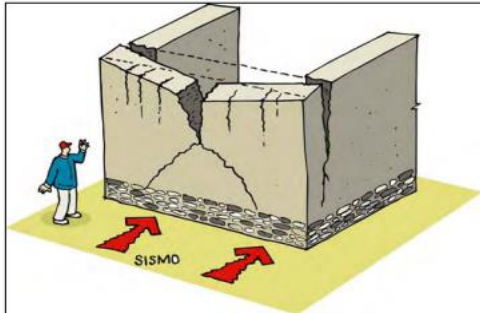


Tomado de “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe ” por AIS, 2004.
(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf)

Falla tipo 2:

Falla por flexión perpendicular al plano del muro con agrietamiento vertical en la zona central, agrietamiento diagonal que constituye el mecanismo de falla y fisuración en la parte superior por falta de refuerzo y confinamiento.

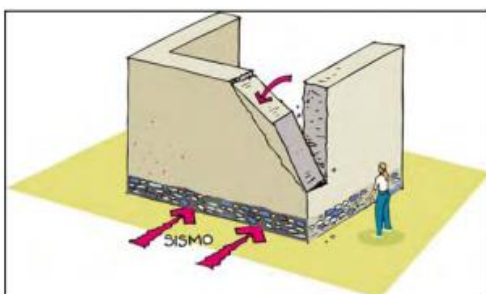
Este tipo de falla se presenta principalmente en muros altos y cortos o muros largos con restricciones laterales poco espaciadas. (AIS, 2004, p.55).

Figura 6*Agrietamiento Vertical*

Tomado de “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe ” por AIS, 2004.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf

La AIS (2004), indica un tercer tipo de falla:

“Falla por flexión perpendicular al plano en las esquinas no confinadas de muros sueltos, o en esquinas no conectadas efectivamente con los muros transversales de restricción al mismo.”
 (p. 56).

Figura 7*Agrietamiento en Esquinas*

Tomado de “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe ” por AIS, 2004.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf

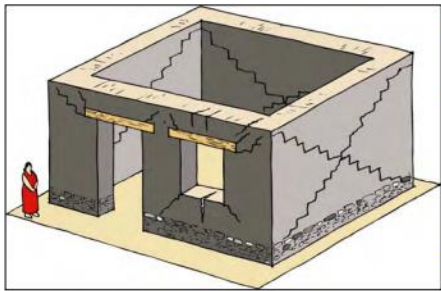
El cuarto tipo de falla según la AIS (2004) es:

Falla por cortante en el plano del muro asociada a altos empujes horizontales. En muchos casos estos agrietamientos están asociados a entrepisos o cubiertas muy pesadas o con

sobrecarga y se ven magnificados en las aberturas correspondientes a las puertas y ventanas en los muros. (p.57).

Figura 8

Falla por Cortante.



Tomado de “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe” por AIS, 2004.
(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf)

Manual de refuerzo de viviendas en adobe (Guatemala)

Refuerzo con Malla de gallinero o electro soldada:

“Consiste en colocar un sistema de refuerzo de malla electro soldada y mortero, en todos los muros de la vivienda por ambos lados.” (CONRED, s.f., p.11)..

Figura 9

Refuerzo con Malla.



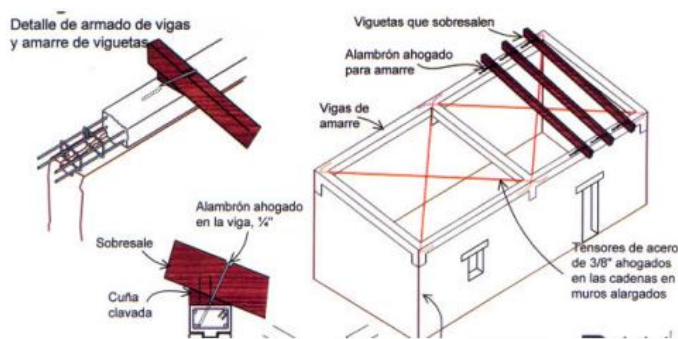
Nota. En la imagen 1 se observa un muro reforzado con malla gallinero, en la imagen 2 se observa un muro reforzado con malla electro soldada. Tomado de “Manual de refuerzo de viviendas en adobe” por CONRED, s.f.,
(<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0064/doc0064.pdf>)

Refuerzo con vigas de amarre:

Este refuerzo “consiste en colocar vigas de amarre con dentellones en la parte superior, así como una serie de tensores de acero que le dan estabilidad al sistema de techo a los muros mismos.” (CONRED, s.f., p.19)

Figura 10

Refuerzo con Vigas de Amarre.



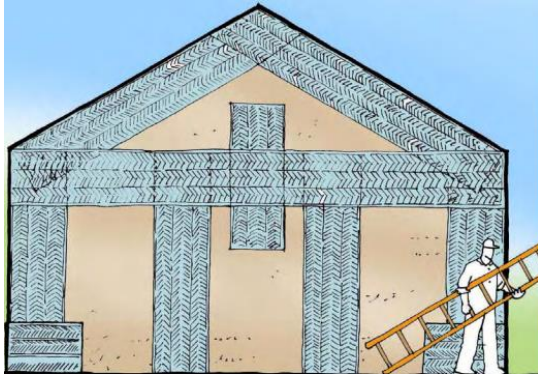
Tomado de “Manual de refuerzo de viviendas en adobe” por CONRED, s.f., (<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0064/doc0064.pdf>)

Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada

En este manual la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2004) indica distintos tipos de rehabilitaciones para viviendas en adobe como, “Rehabilitación con malla de acero y mortero de arena y cal: Consiste en instalar malla vena por franjas horizontales y verticales, en las zonas críticas de los muros principales de la vivienda.” (p. 66).

Figura 11

Refuerzo con Malla de Acero.



Tomado de “Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe” por AIS, 2004.
(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf)

Rehabilitación con elementos de madera confinantes:

Consiste en la instalación de tablas de madera horizontal y vertical con el fin de aumentar la resistencia de los muros y mantener la consistencia en la unidad. Las tablas deben colocarse por la cara interna y externa del muro, las tablas horizontales de los muros que se intersectan se unen mediante pernos de acero de manera que se evite la desarticulación de los diferentes muros y se mantenga la unidad en los muros. (AIS, 2004, p.72).

Figura 12

Refuerzo con Madera.



Nota. Refuerzo con elementos de madera para mantener la consistencia en el muro. Tomado de "Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe" por AIS, 2004. (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf)

Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos

Es el proyecto de grado realizado por estudiantes José Gaona y Jair Soler (2016), de la Universidad La Gran Colombia donde estudiaron la manera para incorporar fibra de fique y reforzar los muros de adobe ante fuerzas cortantes, poder igualar la resistencia de otros métodos ya existentes y reducir costos.

El proyecto consistió en someter a ensayos a compresión diagonal a 3 tipos de reforzamiento uno con malla electro soldada:

Figura 13

Ensayo a Murete Reforzado con Malla Electro soldada.



Nota. Murete realizado para someter a ensayo de compresión diagonal. Tomado de “Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos.” por J. Gaona y J. Soler, 2016.

(https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3995/Factibilidad_tecnica.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Tabla 1

Resultado de Ensayo

ENSAYO A CORTANTE MURO REFORZADO CON MALLA ELECTRO SOLDADA		
N ENSAYO	RESISTENCIA EN KN	RESISTENCIA EN KG/CM ²
1	9.6	32.6304 kg/cm ²
2	9.32	31.678 kg/cm ²
3	9.3	31.6107 kg/cm ²

Nota. Resultados de ensayo del murete reforzado con malla electro soldada, se ensayaron un total de tres muretes. Tomado de “Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos.” por J. Gaona y J. Soler, 2016.

(https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3995/Factibilidad_tecnica.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

También un murete realizado con refuerzo en malla vena:

Figura 14

Ensayo a Murete Reforzado con Malla Vena.



Nota. Murete realizado para someter a ensayo de compresión diagonal. Tomado de “Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos.” por J. Gaona y J. Soler, 2016.

(https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3995/Factibilidad_tecnica.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Tabla 2

Resultados de Ensayo.

ENSAYO A CORTANTE MURO REFORZADO CON MALLA VENA		
N ENSAYO	RESISTENCIA EN KN	RESISTENCIA EN KG/CM ²
1	8.91Kn	30.2850 kg/cm ²
2	8.75Kn	29.7412kg/cm ²
3	8.65Kn	29.4013 kg/cm ²

Nota. Resultados de ensayo del murete reforzado con malla vena, se ensayaron un total de tres muretes. Tomado de “Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos.” por J. Gaona y J. Soler, 2016.

(https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3995/Factibilidad_tecnica.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Y el tercer murete reforzado con la fibra de fique mostrando los resultados de los ensayos realizados:

Figura 15

Ensayo a Murete Reforzado con Fibra de Fique.



Nota. Murete realizado para someter a ensayo de compresión diagonal. Tomado de “Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos.” por J. Gaona y J. Soler, 2016. (https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3995/Factibilidad_tecnica.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Tabla 3

Resultado Ensayo Fique

ENSAYO A CORTANTE MURO REFORZADO CON FIQUE		
N ENSAYO	RESISTENCIA EN KN	RESISTENCIA EN KG/CM2
1	7.9 Kn	26.8521kg/cm ²
2	7.82 Kn	26.5801kg/cm ²
3	8 Kn	27.192 kg/cm ²

Nota. Resultados de ensayo del murete reforzado con fibra de fique, se ensayaron un total de tres muretes. Tomado de “Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos.” por J. Gaona y J. Soler, 2016. (https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3995/Factibilidad_tecnica.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Los resultados obtenidos dieron como resultado una alternativa técnica de reforzamiento de los muros en adobe, ya que aunque no llego a igual la resistencia de los demás refuerzos si quedo la resistencia del refuerzo con fibra de fique dentro de lo mínimo establecido en la norma NTE E 0.80 de Perú y logro reducir costos en cuanto a los materiales utilizados para el refuerzo en comparación con la malla electrosoldada y malla vena.

En base a esta investigación se torna importante seguir mejorando este tipo de alternativas de reforzamiento.

Preparación y caracterización de fibras naturales (España)

Lohengrin David Benazco Ángel (2015), alumno de la Universidad de la Laguna en España realizó su proyecto de grado caracterizando las fibras naturales, dentro de este el autor señala los parámetros de algunas fibras:

Tabla 4

Características de Distintas Fibras Vegetales

Fibra	Densidad (g/cm ³)	Modulo elasticidad (GPa)	Resistencia tracción (MPa)	Alargamiento a rotura (%)
Cañamo	1,48	-	285	1,3
Sisal	1,45	10,4	444 – 552	2,0 – 2,5
Plátano	1,35	20	550	5,0 – 6,0
Piña	1,53	4,2	413	3,0 – 4,0

Nota. En la tabla se observa la resistencia de la fibra de plátano. Tomado de “Preparación y caracterización de fibras naturales.” por Benazco. L, 2015.
(<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1034/PREPARACION%20Y%20CARACTERIZACION%20DE%20FIBRAS%20NATURALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).

Elaboración de un material bicompuesto a partir de la fibra de plátano (Colombia)

Lady Joana Rodríguez Sepúlveda (2014), ingeniera industrial de la Universidad Nacional de Manizales realizó una tesis para Magister en Ingeniería, sobre la utilización de fibras de plátano tratadas contra la humedad para elaborar piezas de materiales compuestos, a las cuales se le realizaron pruebas a tensión convencional de las fibras de pseudotallo de plátano tratadas y sin tratar arrojando los siguientes resultados:

Tabla 5

Propiedades Mecánicas de la Fibra de Plátano.

Tabla 1-5. Propiedades mecánicas medias de las FSP tratadas y sin tratar.
Valores medios \pm s.d

Tensión convencional (MPa)	Módulo de Young (GPa)	Elongación (%)	Referencia
700-800	27-32	2.5-3.7	[21]*
102.7	3.3	2.5	[108]*
355	33.8	5.3	[40]*
812 \pm 204.9	28.2 \pm 5.9	2.9 \pm 0.6	Este trabajo*
418 \pm 120.8	15.0 \pm 4.3	2.6 \pm 0.3	Este trabajo, EP
554 \pm 222.5	18.1 \pm 6.9	3.0 \pm 0.4	Este trabajo, AA, EP
336 \pm 83.5	12.6 \pm 2.9	2.4 \pm 0.3	Este trabajo, AA

Nota. En la tabla se observa que las fibras fueron ensayadas a esfuerzos a tensión convencional, mostrando la resistencia que tiene esta fibra de plátano. Tomado de “Elaboración de un material bicompuesto a partir de la fibra de plátano” por L. Rodríguez, 2014.

([file:///C:/Users/PAO/Downloads/Elaboraci%C3%B3n%20de%20un%20material%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PAO/Downloads/Elaboraci%C3%B3n%20de%20un%20material%20(1).pdf)).

Mejoramiento de refuerzo para viviendas construidas en adobe incorporando fibras de plátano

Definición:

Consiste en la implementación de fibras de plátano horizontal y verticalmente para aumentar la resistencia de los muros en adobe y mantener la consistencia y unidad en los muros. Esta alternativa técnica de reforzamiento se recomienda utilizar en viviendas existentes en adobe. Con las fibras se forma un tejido simple y se coloca por la cara interna y externa del muro y se fija por medio de alambres que hacen que la fibra quede adherida al muro.

Las fibras de plátano son de las fibras vegetales que tiene más resistencia a los esfuerzos de tracción, son biodegradables y de bajo costo haciendo con esto que se pueda utilizar para reforzar una construcción en adobe evitando incorporar elementos constructivos tradicionales.

Figura 16

Fibra de Plátano.



Elaboración Propia.

Obtención de la fibra:

La planta de plátano es un recurso natural que no se aprovecha eficientemente, una vez la planta produce el racimo, esta se corta y no sirve para dar más frutos, lo cual los agricultores lo utilizan como abono o lo desechan.

La fibra se obtiene del aprovechamiento de los residuos de cosecha del plátano, utilizando parte del tallo o vástago que queda después de arrancar el racimo de la cosecha.

Figura 17

Pseudotallo de Plátano.



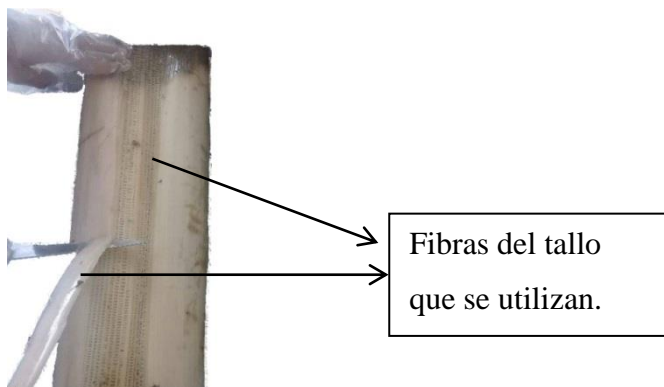
Nota. Tallo o vástago del árbol de plátano. Elaboración Propia.

Se desprenden las capas al tallo y luego con un cuchillo se retira el cubrimiento de la fibra.

Ilustración 18. Extracción fibra.

Figura 18

Extracción Fibra.



Nota. Extracción de la fibra de plátano Elaboración propia.

Se colocan las fibras encima de un plástico y sobre una superficie plana.

Figura 19

Extracción Fibra 2.



Elaboración propia.

Tratamiento de la fibra:

Luego de extraer las fibras suficientes, estas se sumergen en una mezcla de anhídrido acético y epiclorhidrina durante 24 horas.

Pasadas las 24 horas se debe sacar las fibras y lavarlas con agua destilada, y dejar secar al aire libre.

Figura 20

Tratamiento de la Fibra.



Nota. Las fibras tratadas son secadas al aire libre sin ser expuestas directamente al sol. Elaboración propia.

El tratamiento de la fibra se realiza para aumentar su resistencia a la humedad y por lo tanto que tengan más durabilidad.

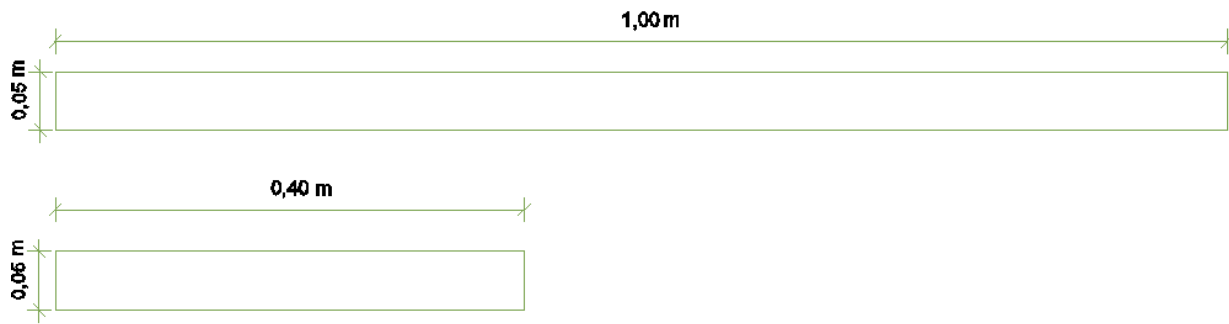
Elaboración del tejido

Las dimensiones que se presentan aquí de la fibra y el tejido no son medidas estandarizadas, pueden variar según sea el caso, y teniendo en cuenta que las fibras al momento del secado tienden a contraerse.

Para elaborar el tejido se deben tener fibras con las siguientes dimensiones:

Figura 21

Dimensiones de la Fibra de Plátano.

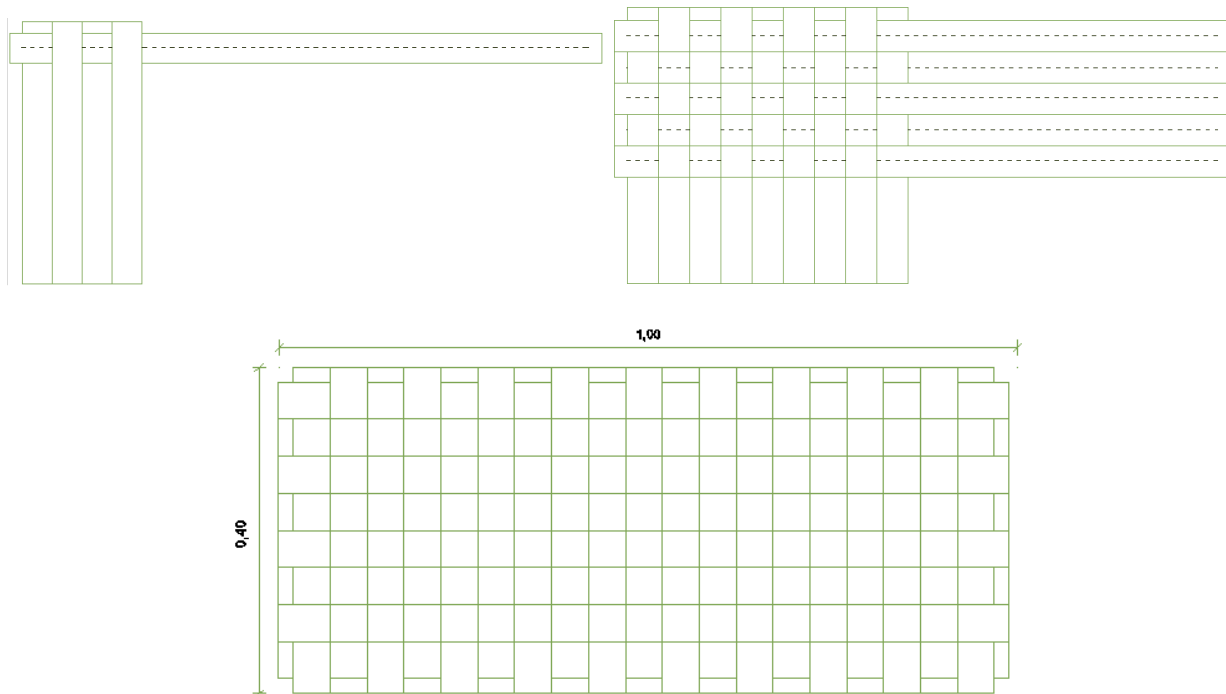


Nota. Dimensiones de la fibra propuestas para realizar el proyecto. Elaboración propia.

Entrelazar cada fibra horizontal pasando por debajo y por encima de la fibra vertical.

Figura 22

Elaboración del Tejido con la Fibra.



Nota. Tejido realizado con las fibras de plátano. Elaboración propia.

Anclaje de la fibra al muro:

Para instalar la fibra al muro se necesitan los siguientes materiales y equipos:

Materiales:

1. Listones de madera de 1 m x 0.05 m x 0.03 m
2. Alambre número 17.
3. Mortero de cal y arena proporción 1:2.
4. Tapas de lata.
5. Fibra de plátano.

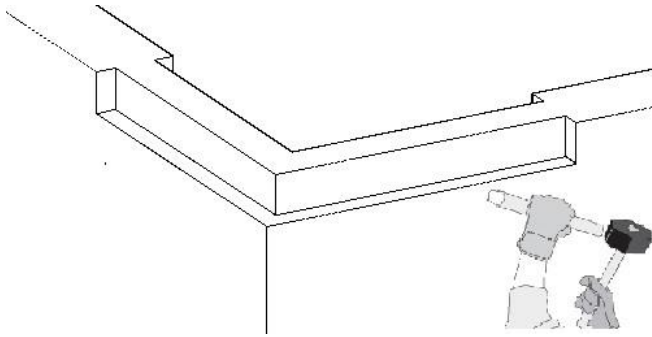
Equipos:

1. Herramientas menores (martillo, cincel, alicates).
2. Taladro

El primer paso es hacer una regata al muro en la parte superior, con las dimensiones del listón de madera. Este proceso se realiza en el exterior e interior del muro.

Figura 23

Anclaje de la Fibra al Muro Paso 1.

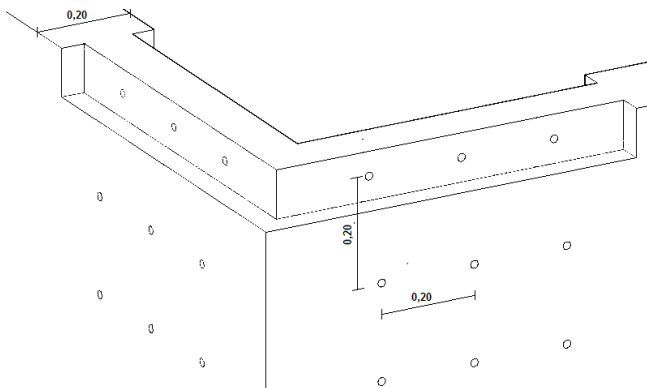


Nota. Regata en la parte superior del muro. Fuente: Elaboración propia.

Se procede a ubicar y taladrar los orificios conectores según las dimensiones del tejido de la fibra de plátano en este caso es de cada 20 cm. Este proceso se realiza en el exterior e interior del muro.

Figura 24

Anclaje de la Fibra al muro Paso 2.

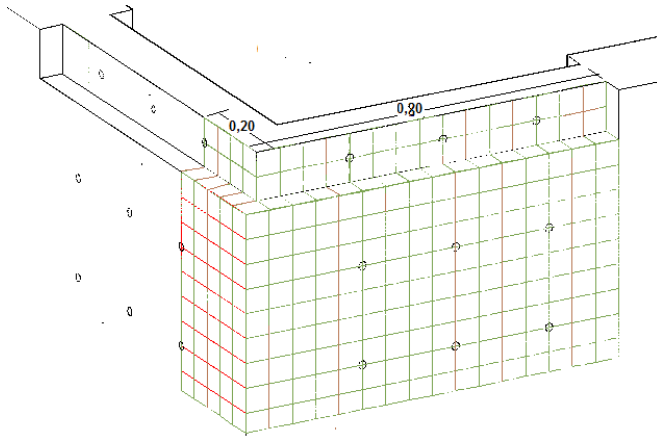


Nota. Orificios conectores espaciados cada 20 cm. Elaboración propia.

Lo siguiente es colocar la fibra de plátano en el muro dejando un traslape de 20 cm. Este proceso se realiza en el exterior e interior del muro..

Figura 25

Anclaje de la Fibra al Muro Paso 3.

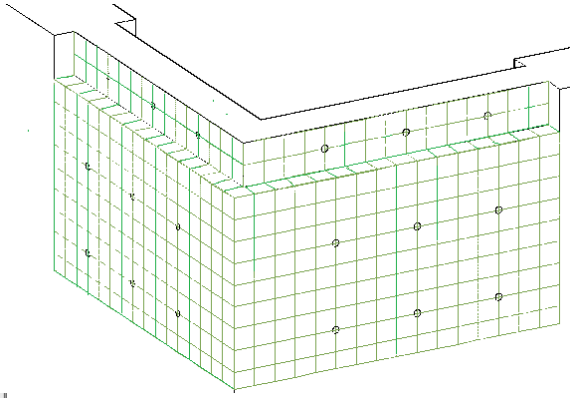


Nota. Colocación de la fibra dejando un traslape de 20 cm. Elaboración propia.

Se realiza el mismo procedimiento para completar de colocar la fibra, dejando el traslape de igual manera.

Figura 26

Anclaje de la Fibra al Muro Paso 4.

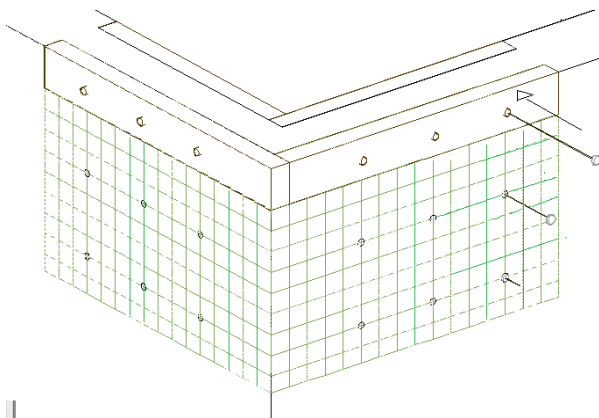


Nota. Colocación final de la fibra. Elaboración propia.

Para finalizar se colocan los listones de madera encima de la fibra y se aseguran con los alambres y las tapas de lata, los alambres en las zonas de traslapes deben conectar los dos tejidos de fibras simultáneamente. No olvidar rellenar los orificios con mortero fluido de cal y arena en proporción 1:2, y pañetar con mortero de cemento y arena en proporción 1:2.

Figura 27

Anclaje de la Fibra al Muro Paso 5.



Nota. Colocación de los listones de madera y entorche de los alambres conectores. Elaboración propia.

Ensayos de laboratorio

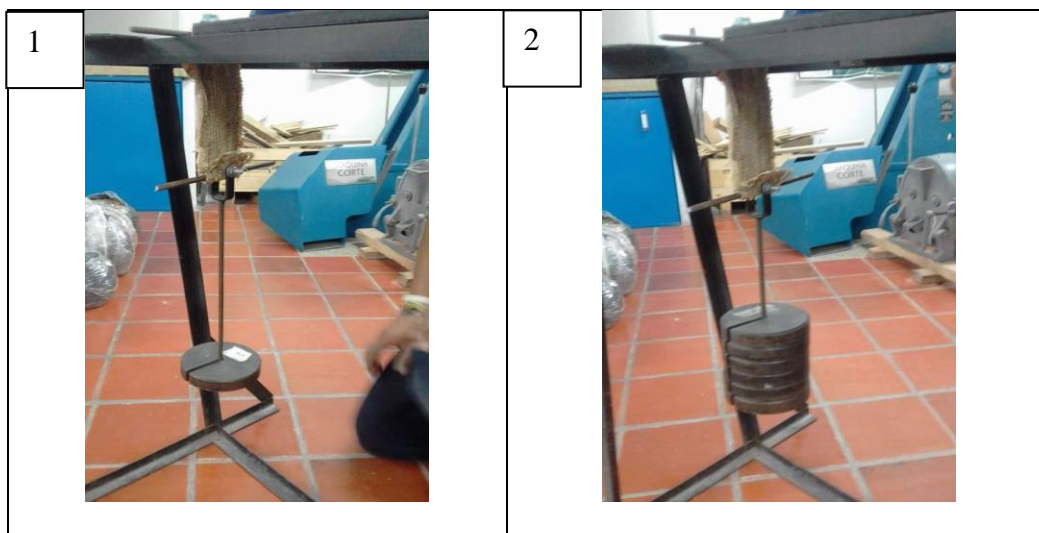
Ensayo a tracción de la fibra:

El ensayo realizado a la fibra de plátano se hizo con el objetivo de obtener un soporte sobre la resistencia de la fibra, adicional a los estudios ya realizados en otros proyectos investigativos citados en este trabajo.

Para el ensayo se utilizaron pesas de 3 kg, y de 2,5 kg, colocadas continuamente una sobre otra como se observa en la siguiente imagen.

Figura 28

Ensayo de la Fibra.





Nota. En la imagen 1 se observa la colocación de la primera pesa de 3 kg, en la imagen 2 se observa la colocación de 6 pesas de 3 kg, en la imagen 3 se muestra la colocación de 8 pesas de 3 kg, en la imagen 4 se muestra la colocación de 2 pesas de 2.5 kg cada una, haciendo fallar la fibra después de colocadas estas. Elaboración propia.

Los ensayos se realizaron en la sede de ingeniería civil de la Universidad la Gran Colombia, los resultados obtenidos fueron:

Tabla 6.

Resistencia fibra de plátano.

Resistencia a tracción			
Material	Resistencia en Kg	Resistencia en KN/mm²	Resistencia en MPa
Fibra de Plátano	29	0.284	280

Nota. Resultado obtenido del ensayo a tracción a la fibra de plátano. Elaboración propia.

Resistencia compresión a la unidad de adobe

Para la elaboración de los muretes se debe realizar un ensayo a tres unidades de mampostería de adobe para verificar que sean óptimos, como lo señala la norma peruana NTE 0.80.

Tabla 7.

Resistencia unidad de adobe

Resistencia compresión de la unidad No.1	
Material	Resistencia en KN
Unidad de adobe	42.33
Resistencia compresión de la unidad No.2	
Material	Resistencia en KN
Unidad de adobe	41.15
Resistencia compresión de la unidad No.3	
Material	Resistencia en KN
Unidad de adobe	41.39

Nota. Se muestran los diferentes resultados obtenidos después de ensayar a compresión la unidad de adobe en la sede de ingeniería civil de la Universidad la Gran Colombia. Elaboración propia.

Ensayo a compresión diagonal (corte) en muretes

Para realizar este ensayo se construyeron 3 muretes con la implementación del sistema final (fibra de plátano, listones de madera en la parte superior, alambres de amarre y pañete 1:2) con las siguientes dimensiones:

Figura 29

Proceso Constructivo Muretes.



Nota. En la imagen se observa el proceso constructivo de los muretes utilizados para ensayos a compresión diagonal. Elaboración propia.

Tabla 8.

Dimensiones murete

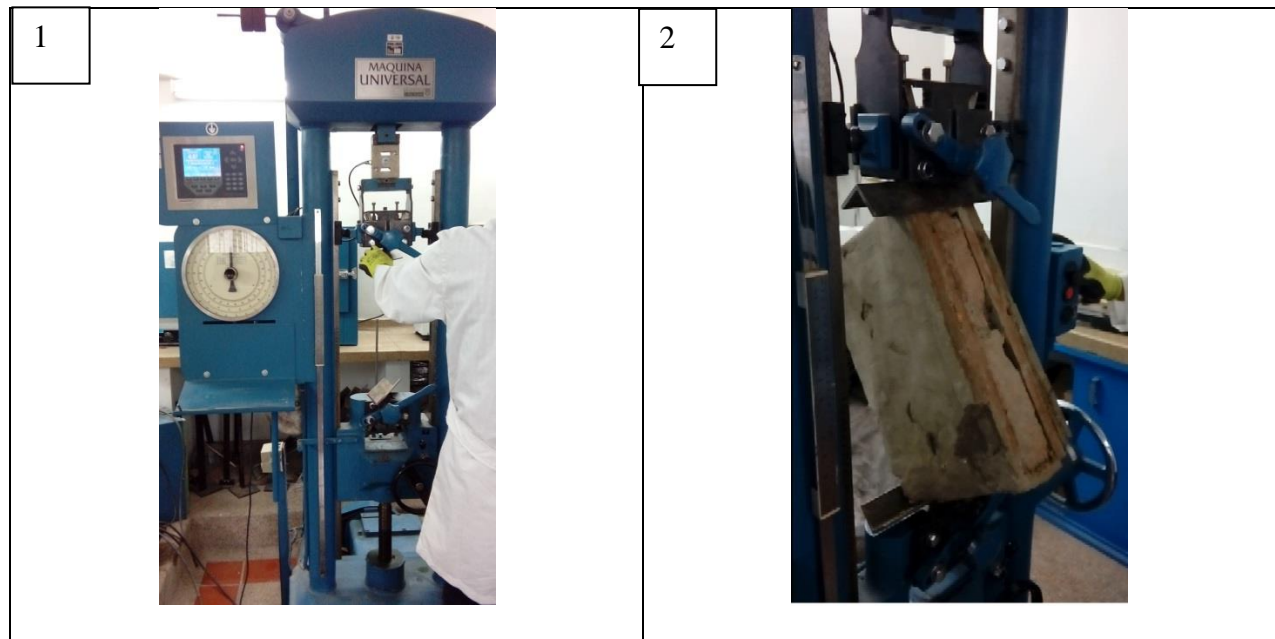
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
Murete de adobe	42	10	28

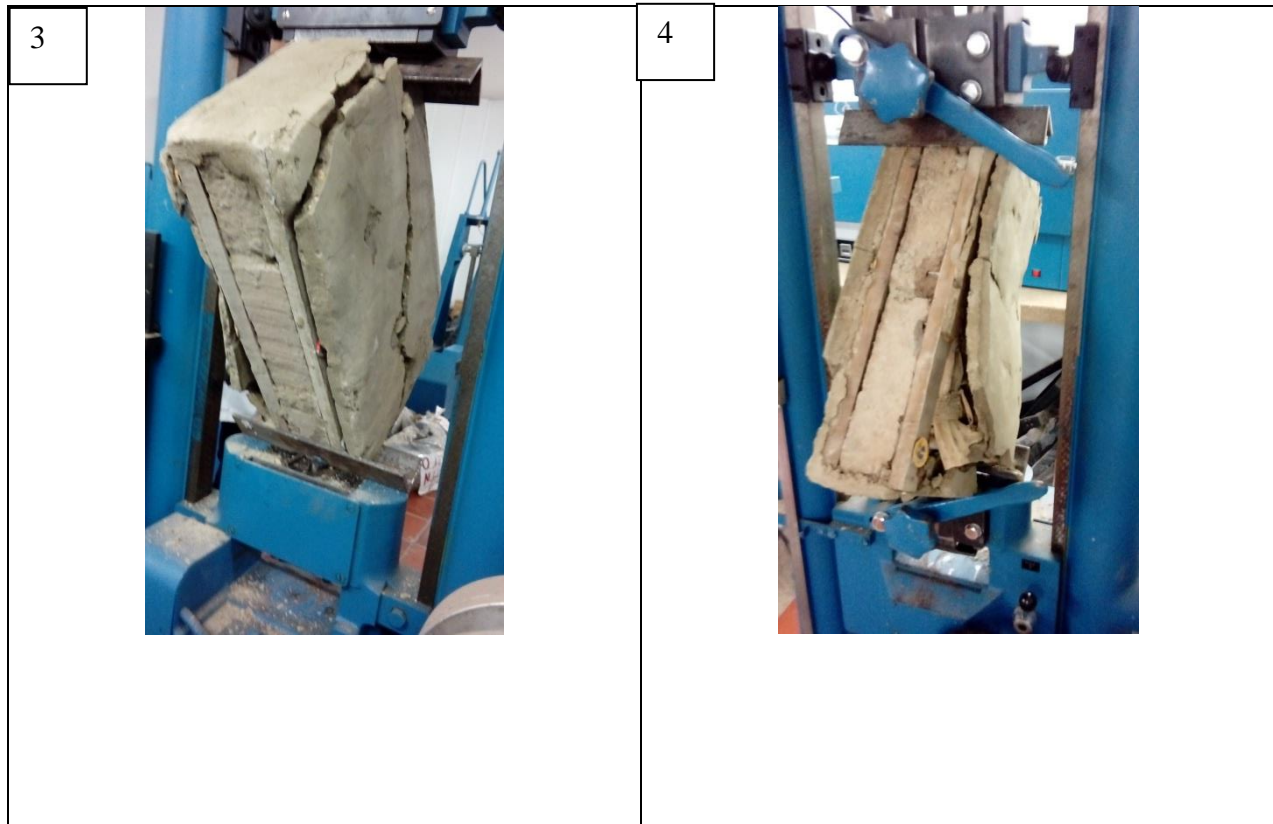
Nota. Se muestran las dimensiones de los muretes contruidos. Elaboración Propia.

La realización de los ensayos a compresión diagonal se llevó a cabo en la sede de ingeniería civil de la Universidad la Gran Colombia, en una maquina Universal con una capacidad de aplastamiento de 1 kn cada 3 segundos.

Figura 30

Ensayo a Compresión Diagonal Murete.





Nota. En la imagen 1 se alista la máquina, en la imagen 2 se coloca el murete en los ángulos, en la imagen 3 se observa como empieza a desprenderse el pañete, en la imagen 4 es la falla del murete. Elaboración propia.

Tabla 9

Resistencia compresión diagonal muretes.

Resistencia compresión diagonal murete No.1	
Material	Resistencia en KN
Murete en adobe reforzado con fibras de plátano	8.69
Resistencia compresión diagonal murete No.2	
Material	Resistencia en KN
Murete en adobe reforzado con	8.51

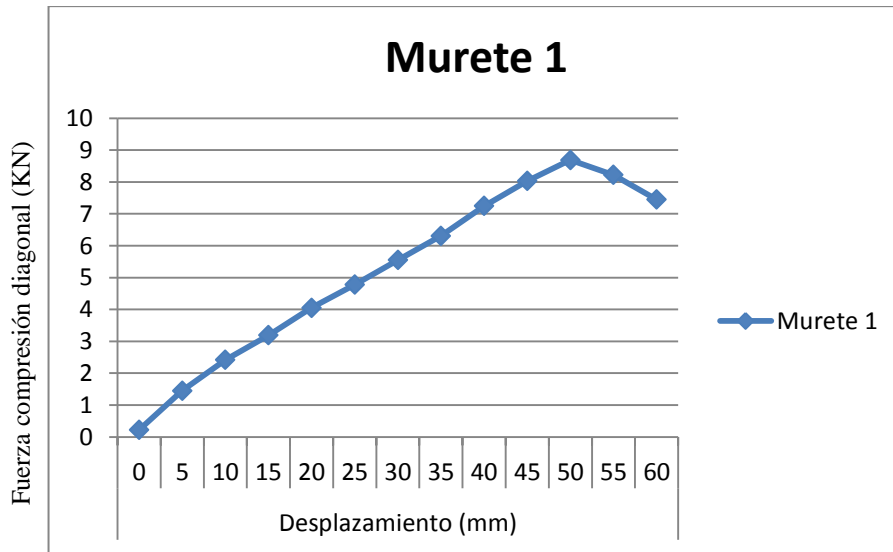
fibras de plátano	
Resistencia compresión diagonal murete No.3	
Material	Resistencia en KN
Murete en adobe reforzado con fibras de plátano	8.77

Nota. En la tabla se evidencia los resultados obtenidos de los ensayos de los 3 muretes. Elaboración propia.

Comportamiento muretes sometido a compresión diagonal

Figura 31

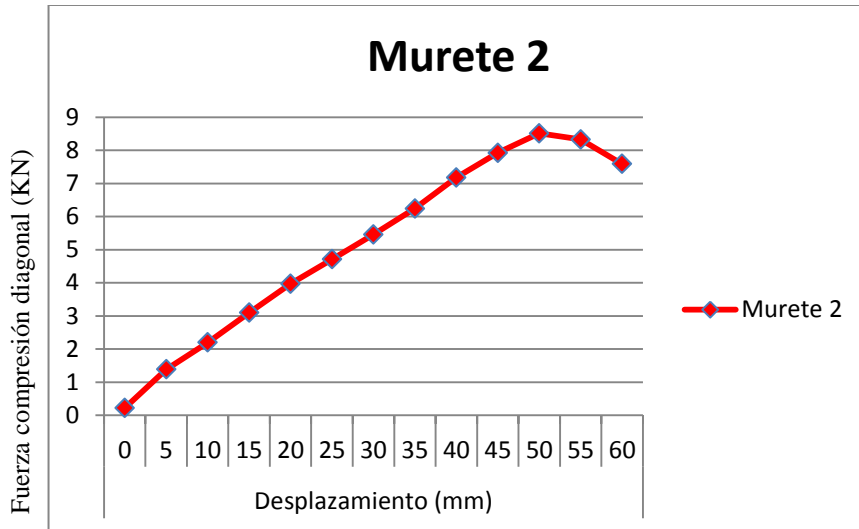
Comportamiento Murete 1.



Nota. Comportamiento del murete sometido a compresión diagonal (corte). Elaboración propia.

Figura 32

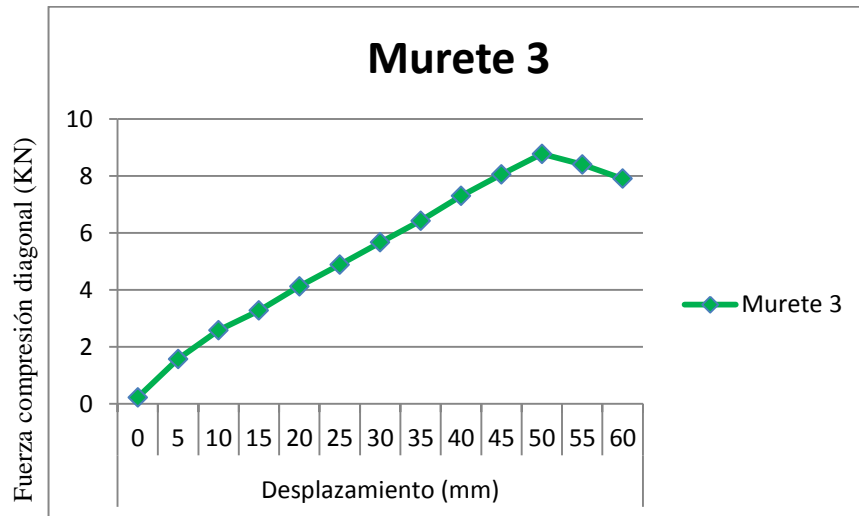
Comportamiento Murete 2.



Nota. Comportamiento del murete sometido a compresión diagonal (corte). Elaboración propia.

Figura 33

Comportamiento Murete 3.



Nota. Comportamiento del murete sometido a compresión diagonal (corte). Elaboración propia.
Cuadro comparativo de sistemas de reforzamiento

Tabla 10

. Cuadro comparativo entre sistemas de reforzamiento.

Muretes reforzados con fibras de fique		Muretes reforzados con fibra de plátano	
Ensayo compresión diagonal(corte)	Resistencia en KN	Ensayo compresión diagonal(corte)	Resistencia en KN
Murete 1	7.9	Murete 1	8.69
Murete 2	7.82	Murete 2	8.51
Murete 3	8	Murete 3	8.77

Nota. Los sistemas de reforzamiento comparados con fibras de fique y fibras de plátano. Elaboración propia.

Discusión y Recomendaciones

De acuerdo con los objetivos planteados se concluye que la fibra de plátano, utilizada como reforzamiento para los muros construidos en adobe, sirve para aumentar su resistencia ante fuerzas cortantes además de quedar dentro de lo establecido por la norma técnica de edificación NTE E 0.80-adobe de Perú.

El sistema utilizado para anclar la fibra de plátano al muro demostró ser eficiente en la realización de los ensayos logrando mantener en unidad los elementos del muro.

En comparación con el sistema de reforzamiento de fibras de fique, se puede evidenciar un aumento de resistencia en los muretes ensayados a compresión diagonal, de igual manera fácil de implementar y con materiales de bajo costo.

Adicionalmente con la implementación de fibras de plátano se aprovecha parte de los residuos que quedan en las cosechas de plátano dándoles un nuevo uso e identificar un nuevo método alternativo y práctico para reforzar los muros existentes en adobe, con un material que es biodegradable y que no ejerce ningún tipo de contaminación al ambiente.

Para finalizar es importante recalcar que en el momento de la extracción de la fibra se deben sacar fibras lo más anchas posibles, ya que en el proceso de secado de estas la fibra tiende a contraerse y a disminuir su tamaño.

De igual manera aclarar que el tratamiento mencionado y utilizado a las fibras de plátano en este trabajo, no fue puesto a prueba sino que es una alternativa basada en un estudio ya realizado para hacer las fibras más resistentes al desgaste ambiental, a las altas temperaturas y a la absorción de agua, para su correcta utilización en el reforzamiento.

Referencias Bibliográficas

- Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. (2004). *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf
- Benazco, L. (2015, julio). *Preparación y caracterización de fibras naturales*.
<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1034/PREPARACION%20Y%20CARACTERIZACION%20DE%20FIBRAS%20NATURALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED. (s.f.). *Manual de Refuerzo de Viviendas de Adobe* (N.º 0064).
<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0064/doc0064.pdf>
- Gaona, J & Soler, J. (2016). *Factibilidad técnica del uso de la fibra del fique como elemento de confinamiento de muros de adobe ante sollicitación de fuerzas cortantes por sismos*.
[Trabajo de grado, Universidad la Gran Colombia.] Repositorio institucional.
https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3995/Factibilidad_tecnica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- La Comisión de Construcción Patrimonial del Instituto de la Construcción. (2013, Noviembre). *Norma chilena Nch 3332*. Instituto Nacional de Normalización (INN).
<https://www.ryv.cl/wp-content/uploads/2019/08/NCh03332-2013.pdf>
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2017). *Norma técnica de edificaciones nte E. 0.80*. <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/10/E.080.pdf>
- Rodríguez, L. (2014). *Elaboración de un material biocompuesto a partir de la fibra de plátano*.
[Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52647/8911502.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torrealva, D. (2007). *Caracterización de daños, reparación y refuerzo en construcciones de adobe*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería.

Anexos

REFORMAZAMIENTO EN MUROS DE ADOBE

MEJORAMIENTO DE REFUERZO PARA VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN ADOBE INCORPORANDO FIBRAS DE PLÁTANO

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

- Las construcciones en adobe tienen una alta vulnerabilidad sísmica, debido a su casi nula resistencia a la tracción, y ante el mal comportamiento ante fuerzas cortantes llegando a producir grietas, fisuras o el colapso de la edificación.
 - Estudiantes de la Universidad la Gran Colombia en el periodo II del año 2016 realizaron una propuesta para satisfacer estas necesidades, mediante la implementación de fibras de fique como elemento de confinamiento de los muros de adobe ante la sollicitación de fuerzas cortantes, el objetivo planteado era implementar un nuevo sistema que pudiera igualar la resistencia de otros metodos ya implementados y reducir costos. Los resultados en cuanto a costos fueron favorables ya que bajaron y de resistencia aunque no lograron igual los otros metodos existentes si lograron estar bajo la Norma Tecnica de Perú NTE 0.80, norma que rige la construcción en adobe y en la que fue basada el desarrollo de este proyecto.

ENSAYO A CORTANTE MUROS REFORZADOS		
No. Ensayo	Resistencia en KN	Resistencia en Kg/Cm2
Malla	9,60	32,6304
Electrosoldada	8,65	29,4013
Fibras de Fique	7,82	26,5801

OBJETIVOS

- Mejorar el refuerzo de muros para viviendas construidas en adobe incorporando fibras de plátano aumentando su resistencia ante fuerzas cortantes.

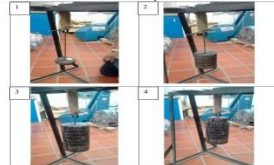
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un correcto sistema de anclaje de la fibra de plátano al muro, brindando cohesión entre los elementos.
- Elaborar muretes con la fibra de plátano instalada y someterlos a ensayos a compresión diagonal en los laboratorios de la Universidad la Gran Colombia.
- Realizar análisis comparativos con los datos estimados del reforzamiento "FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS" y los datos obtenidos de los ensayos del reforzamiento mejorado.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Los siguientes ensayos tuvieron lugar en los laboratorios de la sede de ingeniería en la Universidad La Gran Colombia.

1. Resistencia tracción fibra de plátano.



Resistencia a tracción			
Materia	Resistencia en Kg	Resistencia en KN/mm2	Resistencia en MPa
Fibra de Plátano	29	0,284	280

2. Resistencia compresión de la unidad de adobe



Resistencia compresión de la unidad No.1	
Materia	Resistencia en KN
Unidad de adobe	42,35
Resistencia compresión de la unidad No.2	
Materia	Resistencia en KN
Unidad de adobe	41,15
Resistencia compresión de la unidad No.3	
Materia	Resistencia en KN
Unidad de adobe	41,30

3. Muretes reforzados con fibras de plátano.



METODOLOGÍA



OBTENCIÓN DE LA FIBRA

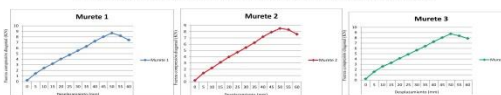


3.1 Resistencia compresión diagonal (corte) Muretes



Resistencia compresión diagonal murete No.1	Resistencia en KN
Materia	8,409
Murete con adobe reforzado con fibra de plátano	
Resistencia compresión diagonal murete No.2	Resistencia en KN
Materia	8,54
Murete con adobe reforzado con fibra de plátano	
Resistencia compresión diagonal murete No.3	Resistencia en KN
Materia	8,77
Murete con adobe reforzado con fibra de plátano	

3.2 Comportamiento de los muretes sometidos al ensayo



CUADRO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTO

Muretes reforzados con fibras de fique		Muretes reforzados con fibra de plátano	
Ensayo compresión diagonal(corte)	Resistencia en KN	Ensayo compresión diagonal(corte)	Resistencia en KN
Murete 1	7,79	Murete 1	8,609
Murete 2	7,82	Murete 2	8,54
Murete 3	8	Murete 3	8,77

CONCLUSIONES

- De acuerdo con los objetivos planteados se concluye que la fibra de plátano, utilizada como reforzamiento para los muros construidos en adobe, sirve para aumentar su resistencia ante fuerzas cortantes además de quedar dentro de lo establecido por la norma técnica de edificación NTE E 0.80-adobe de Perú.
- El sistema utilizado para anclar la fibra de plátano al muro demostró ser eficiente al momento de realizar los ensayos, logrando mantener la unidad de los elementos del muro.
- En comparación con el sistema de reforzamiento de fibras de fique, se puede evidenciar un aumento de resistencia en los muretes ensayados a compresión diagonal, de igual manera fácil de implementar y con materiales de bajo costo.
- Adicionalmente con la implementación de fibras de plátano se aprovecha parte de los residuos que quedan en las cosechas de plátano dándoles un nuevo uso e identificar un nuevo método alternativo y práctico para reforzar los muros existentes en adobe, con un material que es biodegradable y que no ejerce ningún tipo de contaminación al ambiente.
- Para finalizar es importante recalcar que en el momento de la extracción de la fibra se deben sacar fibras lo más anchas posibles, ya que en el proceso de secado de estas la fibra tiende a contraerse y a disminuir su tamaño.

REFORMAZAMIENTO EN MUROS DE ADOBE

MEJORAMIENTO DE REFUERZO PARA VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN ADOBE INCORPORANDO FIBRAS DE PLÁTANO

MATERIALES-DIMNSIONES

1. Fibras de plátano



2. Liston de madera



3. Alambre Numero 16

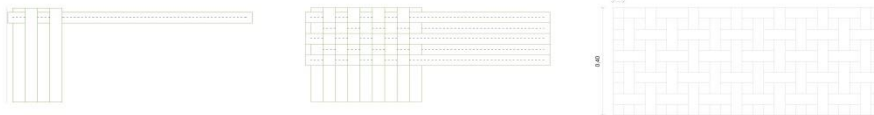
4. Tapas de lata

5. Mortero de cemento y arena proporción 1:2

6. Herramienta Menor (Taladro, martillo, cincel, alicates o pinzas).

ELABORACIÓN DEL TEJIDO DE FIBRA DE PLÁTANO

Entrelazar cada fibra horizontal pasando por debajo y por encima de la fibra vertical.

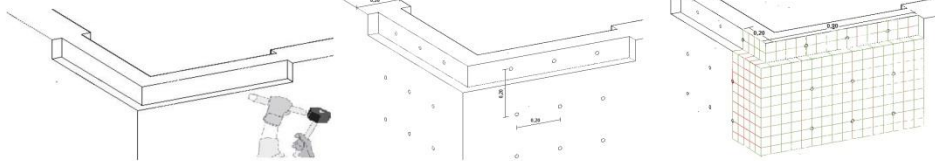


ANCLAJE DE LA FIBRA AL MURO

1. El primer paso es hacer una regata al muro en la parte superior, con las dimensiones del listón de madera. Este proceso se realiza en el exterior e interior del muro.

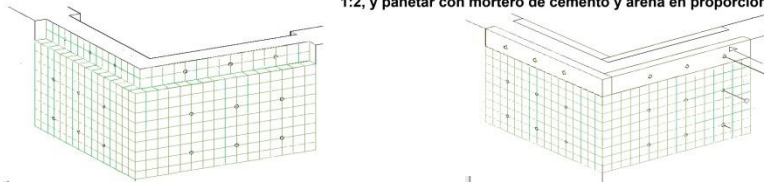
2. Se procede a ubicar y taladrar los orificios conectores según las dimensiones del tejido de la fibra de plátano en este caso es de cada 20 cm. Este proceso se realiza en el exterior e

3. Lo siguiente es colocar la fibra de plátano en el muro dejando un traslape de 20 cm. Este proceso se realiza en el exterior e interior del muro.



4. Se realiza el mismo procedimiento para completar de colocar la fibra, dejando el traslape de igual manera.

5. Para finalizar se colocan los listones de madera encima de la fibra y se aseguran con los alambres y las tapas de lata, los alambres en las zonas de traslapes deben conectar los dos tejidos de fibras simultáneamente. No olvidar rellenar los orificios con mortero fluido de cal y arena en proporción 1:2, y pañetar con mortero de cemento y arena en proporción 1:2.



DETALLES DEL REFORZAMIENTO

