

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO
ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN
DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

JOSE LUIS GAONA PATIÑO
JAIR ALVEIRO SOLER CAMARGO



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS
PROYECTO DE GRADO

BOGOTA, SEPTIEMBRE DE 2016

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO
ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN
DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Presentado para optar al Título de
Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas

Docente De Proyecto
ING. Cesar quintana

JOSE LUIS GAONA PATIÑO
JAIR ALVEIRO SOLER CAMARGO



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS
PROYECTO DE GRADO
BOGOTA, SEPTIEMBRE DE 2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Observaciones

Firma Director Trabajo de Grado

Firma del presidente jurado

Firma del jurado

Bogotá, septiembre de 2016

Dedicatoria

José Luis Gaona Patiño

Primero que todo dedico este trabajo a toda persona que quiera conocer más sobre construcciones vernáculas y a Dios por dame fuerza en los momentos más difíciles de mi carrera.

Agradecimientos

Agradezco a todos los profesores que me ayudaron a tener un mayor conocimiento sobre la construcción y por brindar interés en mejorar la educación de un país.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	12
Marcos referenciales	14
Marco Conceptual	14
Adobe	14
Elementos de composición del adobe	14
Arcilla	14
Arena	14
Paja	15
Construcción vernácula	15
Reforzamiento externo	15
Marco legal	15
Norma técnica de edificaciones NTE E. 080 adobe Perú.....	15
Refuerzos admisibles.....	15
NSR 10	16
Definición.....	17
Marco teórico	17
Caracterización de daños en construcciones de adobe.....	17
Daños producidos por terremotos.....	17
El colapso de tímpanos o culatas.....	18
Grietas verticales en las esquinas y volteo del muro fuera del plano.....	19
Grietas por flexión fuera del plano.....	20
Grietas horizontales por flexión fuera del plano a media altura del muro	21
Grietas diagonales	21
Grietas cerca de los vanos	22

Grietas en las esquinas	23
Construcción de adobe resistente a los terremotos	23
Distribución robusta	25
Uso de reforzamiento vertical y horizontal	25
Contra fuerte y pilastras	26
Viga collar	27
Reforzamiento con malla electro soldada	28
Reforzamiento con tablas	29
Reforzamiento con nylon	30
Reforzamiento con malla vena	31
Reforzamiento con maya de gallinero	32
Adobe reforzado con fique	33
Definición.....	33
Elaboración del reforzamiento	34
Ensayos de laboratorio.....	34
Ensayo a compresión de la unidad.....	35
Cuadro comparativo de precios	41
Discusión y Recomendaciones	45
Referencias Bibliografía	46
Anexos	47

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ENSAYO A COMPRESIÓN DIAGONAL	16
ILUSTRACIÓN 2. INICIO DE GRIETA EN TÍMPANOS O CULATAS	18
ILUSTRACIÓN 3. GRIETAS VERTICALES EN LAS ESQUINAS	19
ILUSTRACIÓN 4. GRIETAS POR FLEXIÓN FUERA DEL PLANO	20
ILUSTRACIÓN 5. GRIETAS HORIZONTALES POR FLEXIÓN FUERA DEL PLANO A MEDIA ALTURA DEL MURO	21
ILUSTRACIÓN 6. GRIETAS DIAGONALES	22
ILUSTRACIÓN 7. GRIETAS CERCA DE LOS VANOS	22
ILUSTRACIÓN 8. GRIETAS EN LAS ESQUINAS	23
ILUSTRACIÓN 9. DAÑOS COMUNES EN VIVIENDA RURALES	24
ILUSTRACIÓN 10. DISTRIBUCIÓN ROBUSTA	25
ILUSTRACIÓN 11. REFORZAMIENTO CON CAÑA	26
ILUSTRACIÓN 12. CONTRAFUERTE O PILASTRAS	27
ILUSTRACIÓN 13. VIGA COLLAR	27
ILUSTRACIÓN 14. CASA DE ADOBE REFORZADA CON MAYA ELECTRO SOLDADA	29
ILUSTRACIÓN 15. REFORZAMIENTO DE ADOBE CON TABLAS	30
ILUSTRACIÓN 16. REFUERZO CON NYLON	31
ILUSTRACIÓN 17. REFORZAMIENTO CON MAYA VENA	32
ILUSTRACIÓN 18. REFORZAMIENTO CON MAYA DE GALLINERO	33
ILUSTRACIÓN 19. ADOBE A ENSAYAR A COMPRESIÓN	35
ILUSTRACIÓN 20. ENSAYO A COMPRESIÓN	36
ILUSTRACIÓN 21. MURETE DE ADOBE SIN REFUERZO	37
ILUSTRACIÓN 22. MURETE ENSAYADO A CORTANTE	38
ILUSTRACIÓN 23. MURETE REFORZADO CON MALLA ELECTRO SOLDADA	39
ILUSTRACIÓN 24. MURETE REFORZADO CON MALLA VENA	40
ILUSTRACIÓN 25. MURETE REFORZADO CON FIQUE	41
L ADOBE	35

TABLA DE CUADROS

TABLA 1 DIMENSIONES DEL ADOBE	35
TABLA 2 RESULTADOS COMPRESIÓN DE LA UNIDAD	36
TABLA 3 DIMENSIONES DEL MURETE	37
TABLA 4 ENSAYO A CORTANTE SIN REFUERZO	38
TABLA 5 ENSAYO A CORTANTE CON MALLA ELECTRO SOLDADA.....	39
TABLA 6 ENSAYO A CORTANTE CON MALLA VENA	40
TABLA 7 ENSAYO A CORTANTE CON FIQUE.....	41
TABLA 8 CUADRO DE PRECIOS.....	41
TABLA 9 CUADRO DE PRECIOS CON ELABORACIÓN DE MURO	43

Resumen

La investigación del reforzamiento del adobe es un tema que se ha abordado en otros países como Guatemala, Bolivia o Perú este último con grandes avances en la metodología del reforzamiento del mismo como lo ha sido la utilizar de varillones de guadua los cuales son puestos en forma vertical para poder recibir las cargas horizontales que se presentan en el momento del sismo, en Colombia un país que en sus inicios se construyó con adobes y elementos de tierra como tapia pisada, y que en zonas rurales se puede ver que se construye con estos elementos, es importante la investigación y realizar nuevas metodologías de reforzamiento de su estructura, para lo cual este proyecto estará guiado en implementar fibras de fique a los muros de adobe, logrando con esto igualar la resistencia a otros métodos ya existentes, pero disminuyendo costos de elaboración y poder obtener los materiales necesarios en su entorno.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Summary

The investigation of the reinforcement of adobe is a topic that has been started in other countries such as Guatemala, Bolivia and Peru this last one with great advances in the methodology of the reinforcement itself like the use of guadua rods which are placed vertically to be able to receive horizontal charges in a moment of earthquake, in Colombia a country that from its beginnings was built with adobes and earth elements like tapia, that are still used in rural zones, it's important the investigation to create new methodologies of reinforcement of its structure to do that this project will be guided in the implementation of stay fibers in the adobe walls achieving with this quality the resistance of other methods already existent, but lowering making expenses and making easier to get all the materials needed to make the job.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

INTRODUCCIÓN

La construcción de adobe se ha implementado desde muchos siglos atrás, como se ha podido observar en la historia, unos de sus principales exponentes son los egipcios en la implementación de sus casa, templos, fortalezas y palacios, los cuales eran elaborados con limo del Nilo, ya el pasar del tiempo se fue expandiendo la construcción de adobe por los diferentes continentes; En América más exactamente en Suramérica la construcción con adobe de templos indígenas y de ciudades completas como lo serían CHAN CHAN en Perú, han marcado nuestra historia, forma de vivir y cultura. En Colombia, Ecuador una parte de Chile, Argentina y Bolivia son países que en este momento tienen construcciones con adobe y que son consideradas patrimonio nacional por su tiempo de construcción y por la riqueza cultural que llevan con ellas. En Bogotá se puede observar la zona conocida como la candelaria la cual en su mayoría está construida con adobe y materiales de tierra.

Para contextualizar un poco de la elaboración del adobe y su implementación en la construcción, es muy básica y de bajo costo ya que su composición como se mencionó anteriormente es de tierra cruda y la elaboración de cada pieza se puede hacer en el lugar de obra, con solo una pala o algún elemento que se pueda utilizar para mezclar, un poco de agua y un molde y en la elaboración de los muros solo se necesita una cimentación poco profunda y la mano de obra no requiere de experiencia, si se construye de una forma tradicional

lastimosamente por su composición de tierra cruda es un elemento poco resistente a los sismos, la cual para la norma NSR 10 de Colombia no está permitida en ninguno de sus capítulos; solo la asociación colombiana de ingeniería sísmica ofrece una alternativa de reforzamiento de adobe para casas que sean patrimonio en las cuales podemos encontrar elementos como la madera, maya electro soldada con revoque, maya vena con revoque de cemento o cal, elementos que en el mercado son costosos y en algunos casos poco accesibles para diferentes comunidades o zonas de Colombia, logrando con esto evitar estos manuales y construir de una forma poco recomendable.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Observando esto, la tesis que se pretende hacer es implementar fibras de fique a los muros de adobe logrando con esto un reforzamiento externo de los mismos y reducir costos de materiales. Para lograr lo planteado se hará la recopilación de reforzamientos existentes como lo serían la malla vena, maya electro soldada y demás elementos de confinamiento para el adobe, con esta información se realizará la comparación de resistencia del adobe con los diferentes refuerzos mediante elaboración de muretes con las clases de reforzamientos y se realizarán ensayos a cortante, logrando conocer su resistencia y costos.

Para concluir, sabemos que el adobe es un sistema vernáculo de poca resistencia a los sismos, pero el estudio sobre diferentes formas de reforzamiento y poder reducir costos de elaboración se estaría ayudando a una población que por sus recursos económicos construyen con elementos de tierra cruda como el adobe.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Marcos referenciales

El marco referencial contendrá la información de las normas que permiten la implementación del sistema, los conceptos básicos del proyecto y la investigación que se han realizado acerca del tema.

Marco Conceptual

El marco conceptual tendrá como finalidad dar a conocer conceptos básicos y necesarios que se utilizaran en este trabajo

Adobe

Es un elemento compuesto por arcilla arena y paja, el cual en el proceso de elaboración es mezclado con agua y dependiendo de la zona se le adicionan otros compuestos como el neme o estiércol de baca para mejorar su resistencia y fraguado, para luego dejarlo secar al sol durante 15 o 20 días y posteriormente utilizarlo en la construcción de casas en diferentes zonas de los países.

Elementos de composición del adobe

Arcilla

Elemento natura que su composición es de silicatos de aluminio hidratado, el cual por su componente al entrar en contacto con agua cambia su estado natural a un estado de plasticidad, lo cual favorece para la unión de las partículas en las unidades de adobe y mejora su permeabilidad.

Arena

Elemento natural el cual es producido por el desprendimiento de partículas de las piedras para luego reposarse en una capa de los suelos.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Paja

Se puede decir de la paja que es un tallo el cual se desprende de los cereales y dejado secar al sol, en la construcción del adobe se utiliza para mejorar la resistencia del adobe.

Construcción vernácula

Se conoce construcción vernácula a lo que se constituye en un pueblo o región de un país en concordancia a lo que es la construcción de casas o elementos urbanísticos, los cuales se basan en utilizar elementos que se encuentren en el entorno de la zona, como se puede observar en la construcción de iglú en los polos.

Reforzamiento externo

El reforzamiento externo es una técnica utilizada para la mampostería, la cual consiste en implementar un refuerzo dentro de una capa de relleno, y fijándolo al muro mediante conectores.

Marco legal

El marco legal contendrá los reglamentos requeridos para la elaboración del proyecto.

Norma técnica de edificaciones NTE E. 080 adobe Perú

Lastimosamente en Colombia no existe normativa para la construcción de adobe, por lo cual para la elaboración de este proyecto se tomó como referente la norma técnica de edificaciones NTE E. 0.80 adobe Perú que permite su construcción y aporta resultados para las pruebas de laboratorio.

Refuerzos admisibles

- resistencia a la compresión de la unidad

$$f_o = 12 \text{ kg/cm}^2$$

- resistencia a la compresión de la albañilería

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

$$f_m = 0,2 f_m' \text{ ó } 2 \text{ kg/cm}^2$$

- resistencia a la compresión por aplastamiento

$$1,25 f_m$$

- resistencia al corte de la albañilería

$$v_m = 0,25 \text{ kg/cm}^2$$

Ilustración 1. Ensayo a compresión diagonal

**FIGURA 7
ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL**

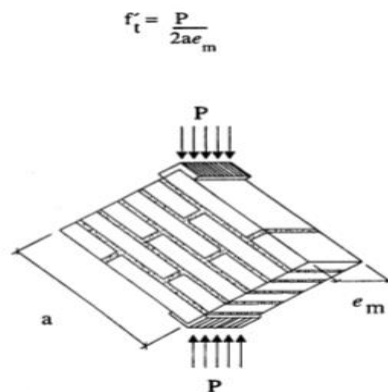


Foto rescatada de (norma técnica de edificaciones nte e. 080file:///C:/Users/jagp/Downloads/E.080%20(1).pdf)

NSR 10

Se cita también la norma de sismo resistencia colombiana solo para conocer el refuerzo que se pretende realizar en los muros de adobe, ya que en esta norma se encuentra el título D el cual nos indica los tipos de refuerzo que se le realizan a la mampostería

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

estructural y del cual se basó la idea de realizar este método en el proyecto de grado, que en este caso es el de reforzamiento externamente.

Definición

D.2.1.7 (ministerio de ambiente, 2010) “*mampostería reforzada externamente es la construcción de mampostería donde el refuerzo se coloca dentro de una capa de revoque (pañete) fijándolo al muro de mampostería mediante conectores y/o clavos y cumplen con los requisitos descritos en D.12. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).*”

Marco teórico

Caracterización de daños en construcciones de adobe

Daniel Torrealva Dávila pontificada universidad católica de Perú departamento de ingeniería

En la primera parte del trabajo que se pretende hacer es, reconocer los daños y causas que tiene el adobe en sus diferentes tipos de terrenos, materiales que se utilizan para su elaboración y los daños causados por sismos, para poder identificar el porqué de utilizar reforzamiento para este tipo de construcción vernácula.

Los datos que se muestran a continuación fueron recopilados del autor y la universidad escrita en la parte superior de la página.

Daños producidos por terremotos

Según el autor Daniel Torrealva Dávila en la construcciones de adobe se presentan dos grandes fallas en el momento del sismo como lo son muros por volteo fuera de plano y fallas de los muros a esfuerzos horizontales en su propio plano, en esta ultima la cual se presenta en al momento del sismo, puede causar la pérdida del miso dependiendo de lo

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

delgado del muro y la intensidad del sismo, de igual manera en este tipo de esfuerzo se pueden ver otra fallas las cuales pueden ayudar al desplome del mismo como lo son:

- grosor del muro
- conexión de elementos
- condiciones de base del muro

Estas son algunas de las causas que pueden producir el desplome de una estructura de adobe, pero también se encuentran varios casos que se presentan en el momento del sismo las cuales se describirán a continuación.

El colapso de tímpanos o culatas

Según el autor Daniel Torrealva Dávila para la construcción de adobe, por lo general se realiza en la parte superior o cubierta un estilo de la misma llamada en dos aguas, para la cual es necesario recubrir la distancia que se tienen entre el nivel más bajo de la cubierta hasta la punta de la misma, este muro se conoce como culata o tímpanos en el país de Perú, este extensión de muro por lo general es elaborado en sitio y la forma de reforzamiento o anclaje es simple, lo cual lo vuelve vulnerable al desplome del mismo en un sismo.

Ilustración 2. inicio de grieta en tímpanos o culatas



Fuente foto rescatada de (Caracterización de daños en construcciones de adobe) (Torrealba cuzco 1985)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Grietas verticales en las esquinas y volteo del muro fuera del plano

Según el autor Daniel Torrealva Dávila en la construcción de adobe, los techos o cubiertas en su composición total no supera la mitad del peso de la estructura lo que provoca que en la parte superior de los muros de adobe tengan menor resistencia de los esfuerzos a tracción, con esto en el momento del sismo los muros se ven sometidos a esfuerzo a tracción y en su parte superior, perdiendo adherencia en las esquinas, logrando con esto un desprendimiento de las unidades de adobe y creando una grieta en la parte superior prolongándose hasta la parte inferior, en algunos casos el muro se desploma fuera de su plano por el desprendimiento del mismo en las esquinas.

En las siguientes ilustraciones podemos observar la grieta que es formada en la parte superior de la casa, la cual se fue prolongando hasta la parte inferior de la misma.

Ilustración 3 grietas verticales en las esquinas



Fuente foto rescatada de (caracterización de daños de construcciones en adobe)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Grietas por flexión fuera del plano

Según el autor Daniel Torrealva Dávila este daño en los muros de adobe se puede evidenciar en el momento en el que el muro produce una grieta en la parte inferior, más exactamente en la base del mismo produciendo un desprendimiento con la extensión del muro, creando un muro independiente y produciendo un movimiento del mismo en una masa monolítica y posteriormente desplomándose por falta de una resistencia en su parte inferior y superior.

En la imagen siguiente se puede evidenciar este fenómeno, en el cual el muro se desploma por completo fuera de su plano, producto de un sismo.

Ilustración 4 grietas por flexión fuera del plano



Fuente foto rescatada de (caracterización de daños de construcciones en adobe) (d. Quispe)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Grietas horizontales por flexión fuera del plano a media altura del muro

Según el autor Daniel Torrealva Dávila este tipo de daño se produce a media altura de los muros de adobe gracias a la mezcla de esfuerzos y movimientos que presenta el adobe en el momento del sismo, fracturando el mismo en el centro del muro, cortándolo y posteriormente produciendo un desplome de la mitad del mismo.

Ilustración 5 grietas horizontales por flexión fuera del plano a media altura del muro



Fuente foto rescatada de (caracterización de daños de construcciones en adobe)

Grietas diagonales

Según el autor Daniel Torrealva Dávila las grietas diagonales que se producen en un muro de adobe en el momento del sismo se relaciona a que, si el techo o la cubierta es a cuatro aguas o un sistema rígido que produzca una forma de amarre en la parte superior, lleva a que los muro en el momento del sismo produzca unas grietas en forma de x, ya que los esfuerzos a cortantes producen este efecto, posterior a esta falla el muro queda dividido en pequeños o grande bloques que en algunos casos se produce el desplome de los mismos.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 6 grietas diagonales



Fuente foto rescatada de (Caracterización de daños en construcciones de adobe) (Torrealba)

Grietas cerca de los vanos

Según el autor Daniel Torrealva Dávila las grietas cerca de los vanos son producidas por esfuerzos a cortante, lo cual por la poca resistencias que tienen estos elementos provoca una separación de los mismos en las esquinas de los vanos como lo son puertas y ventanas y se prolongan de acuerdo a la ubicación de los elementos, esto también se puede ver que se produce por la poca cantidad de material que se encuentra en estas zonas.

Ilustración 7 grietas cerca de los vanos



Fuente foto rescatada de (Caracterización de daños en construcciones de adobe) (Torrealba)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Grietas en las esquinas

Según el autor Daniel Torrealva Dávila esta clase de grieta se presenta en los muros de adobe cuando tiene una combinación de esfuerzos a cortantes en dos muros unidos por una esquina, lo cual crea una grieta en la parte superior del muro y se propaga en forma diagonal hasta encontrarse con otra abertura, logrando así dividir el muro y posteriormente producir un desplome de la pieza de adobe.

Ilustración 8 grietas en las esquinas



Fuente foto rescatada de (Caracterización de daños en construcciones de adobe) (Torrealba)

Construcción de adobe resistente a los terremotos

Marcial Blondet, Gladys Villa García m pontificada universidad de Perú y Svetlana Brzev British Columbia institute of technology.

El documento elaborado por las personas anteriormente nombradas nos muestra los daños causados a las casas de adobe por los movimientos telúricos o terremotos los cuales por su fenómeno han causado muchas muertes y pérdidas económicas significativas, pero de igual manera con el estudio realizado en diferentes lugares se dedujeron problemas significativos y posibles soluciones para este sistema.

Como primero hay que mostrar los daños que causa los terremotos en las casas de adobe:

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 9. Daños comunes en vivienda rurales

Daños comunes en vivienda rural



Deficiencias Sísmicas de Albañilería de Adobe

Fuente: Marcial Blondet y otros (2003). Construcciones de adobe resistentes a los terremotos: Tutor. Enciclopedia Mundial de Vivienda.

En la imagen anterior podemos ver los daños causados por un terremoto en una vivienda en adobe.

En la investigación se pudo observar patrones en los daños ocurridos en las casa de adobe en diferentes partes del mundo como lo son:

- agrietamiento y separación de los muros de adobe
- colapso de los muros fuera de su plano
- colapso total del muro de adobe
- aplastamiento de los muros de adobe

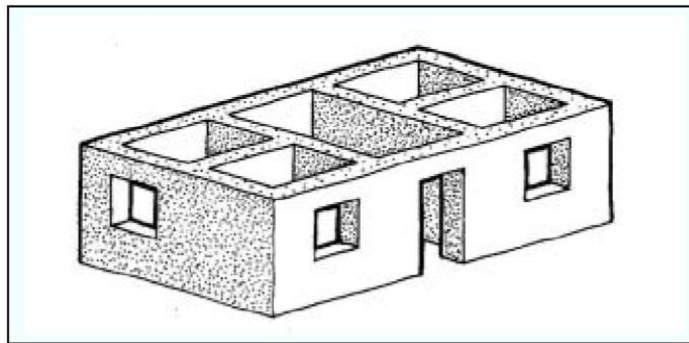
Para la solución de estos problemas se encontraron y plantaron diferentes formas de reforzamiento como lo son:

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Distribución robusta

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m Lo esencialmente consiste en el diseño de la edificación, en ella se propone una forma cuadrada o rectangular con muros robustos y unidos en su parte superior, logrando con esto un elemento monolítico y minimizando el daño de la estructura.

Ilustración 10. Distribución robusta



Fuente Foto rescatada de (construcción de adobe resistente a los terremotos) (cobun y otros 1995)

Uso de reforzamiento vertical y horizontal

Según Marcial Blondet, Gladys Villa García m Para el refuerzo horizontal o vertical se conocen varias métodos y elementos con los cuales se realiza; en los elementos podemos encontrar sogas, maya de gallinero, malla electro soldada, barra de acero, caña de bambú o junco, estos elementos son puestos verticalmente y horizontalmente, dentro de los muros de adobe, para lo cual en su implementación se deben realizar en el momento de la construcción y no al final de ella, cabe nombrar que las barras de acero se utilizan solventes para la unión de estos elementos a las vigas de cimentación, al finalizar los muros los elementos utilizados se deberán anclar a la cubierta y reforzados con hilo nailon para mejorar la estabilidad.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 11. Reforzamiento con caña



Fuente foto rescatada de (construcción de adobe resistente a los terremotos) (blondet y otros 2002)

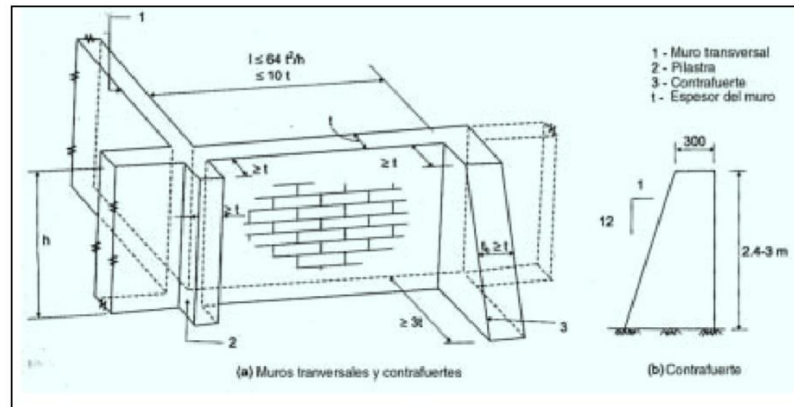
Contra fuerte y pilastras

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m los contrafuertes son elementos que se ponen frente a los muros de adobe para dar resistencia en el momento del sismo y vitar el volteo de los muros, los cuales son elementos parecidos a las columnas solo que en su parte inferior son más anchos y en su pare superior son más delgados, estos elementos son fabricados por adobes de la misma casa, en el salvador este sistema se utilizó después del terremoto de 2001 y es considerado como una forma de refuerzo.

Las especificaciones de estos fuertes o pilares se pueden apreciar en la siguiente imagen:

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 12. Contrafuertes o pilastras



Fuente foto rescatada de (construcción de adobe resistente a los terremotos) (guía para la construcción de muros con contrafuertes y pilastras IAEE 1986)

Viga collar

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m la viga collar es un elemento conformado por hormigón armado o madera el cual es recomendado implementar en las casa de adobe ya que se sitúa en la parte superior o terminando los muros, es un elemento igual que una viga de corona y su proceso de elaboración es el mismo, de igual manera este elemento se utiliza para amarra la cubierta.

Ilustración 13.viga collar



FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Fuente foto rescatada de (<http://guaruraguachafita.blogspot.com.co/>)

Estos fueron los métodos utilizados en el reforzamiento de viviendas existentes en Perú y en otras partes del mundo, pero la universidad de Perú la PUCP realizo otros ensayos con elementos de confinamiento como lo fueron la sogas, tablas, maya de gallinero, y maya electro soldada, conociendo con esto la resistencia de estos elementos adosados en el adobe al momento del sismo.

Reforzamiento con malla electro soldada

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m este técnico de reforzamiento para el adobe consiste en la implementación de maya electro soldada en los muros de adobe y realizar u repello de cemento, pero para esto se deben de tener unos pasos posteriores para la implantación de la misma como lo son:

1. Retirar los pañetes existentes en los muros de adobe si los tienen, por donde se ubicara la maya electro soldada.
2. Se realizara la apertura de perforaciones de .05 x .05 cm cada .50 cm en la zona seleccionada.
3. Instalación de maya electro soldada en zonas seleccionadas recordando que es por ambos lados.
4. Se procede a la instalación de los conectores o amarres de la maya, para los cuales se utiliza alambre de # 8
5. Asegurar la maya con los conectores.
6. Realizar el relleno con cemento y arena.

Este tipo de reforzamiento se realizó como un plan piloto en una parte de Arequipa, el cual dio buenos resultados en el sismo ocurrido en esta localidad en el 2001 como se puede observar en la siguiente ilustración, la cual en su parte inferior se encuentra una casa

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

reforzada con maya electro soldada sin avería alguna y en la parte superior una casa notablemente afectada:

Ilustración 14. Casa de adobe reforzada con maya electro soldada



Fuente foto rescatada de (construcción de adobe resistente a los terremotos) (Zegarra y otros 2001)

Reforzamiento con tablas

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m el reforzamiento con tablas es un sistema de confinamiento para el cual se utilizan lógicamente tablas y otros elementos de unión en acero para la fijación de estos elementos, a continuación se explicaran los pasos a seguir para la implementación de este sistema.

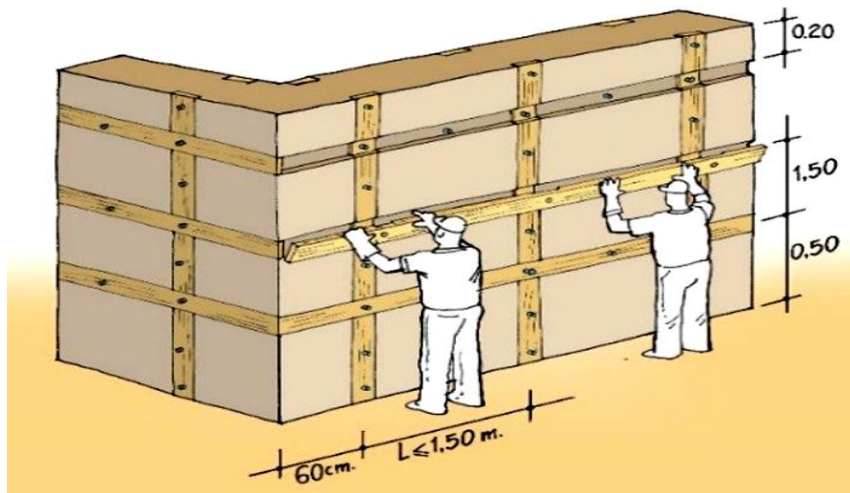
Para tener presente las tablas deben de ser mayores a .20 cm de ancho y con un espesor superior a .02 cm, de igual manera las tablas deberán estar unidas con pernos en acero y las esquinas con platinas del orden de $\frac{3}{4}$ del ancho de la tabla y un espesor de $\frac{1}{8}$ ".

1. Ubicación de las tablas para realizar marcación de los elementos.
2. Tallar o perforar los muros de adobe donde se va a implementar el refuerzo el cual se realiza con un puntero y maseta y para la marcación con una pulidora si se tiene el acceso a la misma.
3. Perfora los orificios para los conectores.
4. Instalación de las tablas de refuerzo.
5. Instalación de pernos.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

6. Ajuste de los pernos.
7. Instalación de maya vena.
8. Pañetar las tablas recubierta por maya vena.

Ilustración 15. reforzamiento de adobe con tablas



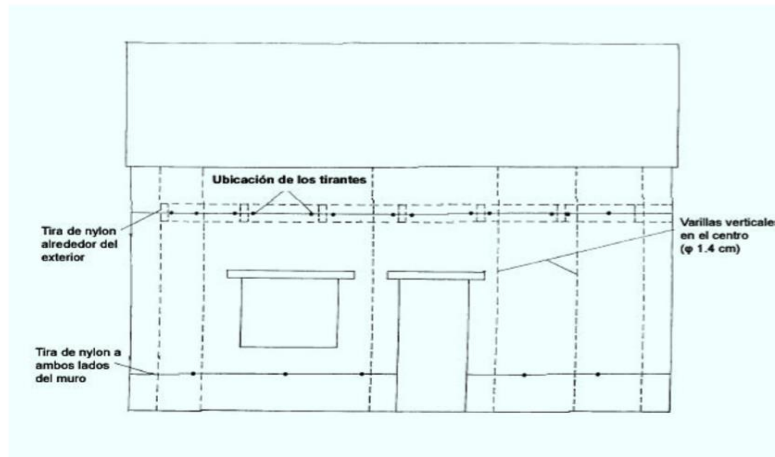
Fuente imagen rescatada de (alternativas de rehabilitación evaluadas)

Reforzamiento con nylon

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m en esta tipo de reforzamiento se isieron ensayos a módulos o construcción en una mesa vibratoria en el centro sismológico de John a blume de la universidad de Stanford en palo alto california a escala 1:2, para lo cual se izó un reforzamiento al adobe con tiras de nylon de 0.3 cm de ancho, las cuales se implementaron en la construcción de forma vertical y horizontal, e iban amaradas mediante otros nylon que atravesaban los muros, ya en su parte interna se implementó varillas o barras de acero de 0.30 o 0.48 ancladas al adobe y por último se implementó una viga collar de madera en la parte superior con tornillos gruesos.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 16. Refuerzo con nylon



Fuente foto rescatada de (construcción de adobe resistente a los terremotos) (tolles y otros 2000)

En Colombia la asociación colombiana de ingeniería sísmica propone un reforzamiento de los adobes, como lo es la maya vena y la maya de gallinero, las cuales se explicaran a continuación.

Reforzamiento con malla vena

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m el reforzamiento del adobe con maya vena es un refuerzo que se implementó en Colombia para el mejoramiento de estas estructuras vernáculas, el cual consiste en implementar mayas venas en los muros de adobe para crear un reforzamiento del mismo, en forma de vigas y columnas los pasos a seguir son los siguientes;

1. Ubicación de orificios conectores de la maya y marcado de los mismo.
2. Perforación del muro de adobe para los conectores.
3. Implementación de conectores
4. Relleno de los orificios de los conectores con cemento y arena en una proporción de 1.2

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

5. Implementación de maya vena en las esquinas de los muros de adobe y amarre de las mismas, las mayas deberán estar ubicadas en forma vertical y horizontal simulando vigas y columnas no en todo el muro.
6. Humedecer zonas a rellenar con cemento
7. Pañetar la maya vena con cemento y arena en unas proporciones de 1.2

Ilustración 17 reforzamiento con maya vena



Fuente imagen rescata de (manual para rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada)

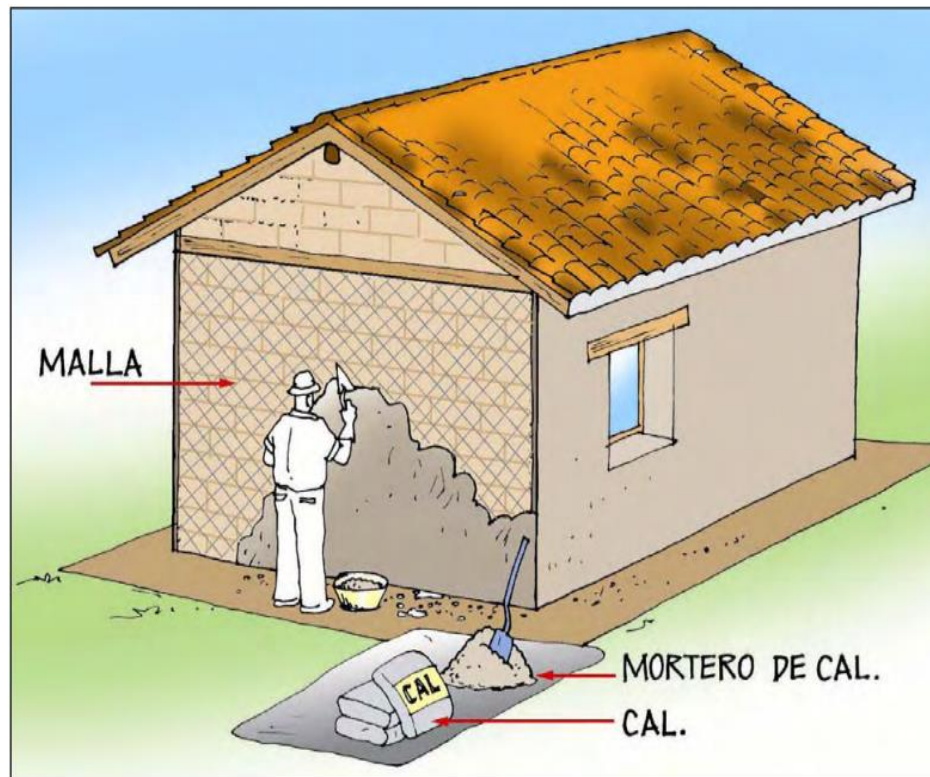
Reforzamiento con maya de gallinero

Según las autores de este proyecto Marcial Blondet, Gladys Villa García m el reforzamiento con maya de gallinero es un sistema de reforzamiento, el cual en la implementación de este es necesario rellenar en su totalidad el muro, para la elaboración de este los pasos son los siguientes:

1. Ubicación de amarres de la maya de gallinero.
2. Perforación para los amarres de la maya.
3. Ubicación de los amarres y rellenado del mismos con mortero.
4. Ubicación de la maya de gallinero.
5. Humedecer al muro de adobe.
6. Pañetara el muro de adobe en su totalidad con cemento y arena.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 18 reforzamiento con maya de gallinero



Fuente imagen rescata de (manual para rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada)

Adobe reforzado con fique

Definición

Para la elaboración de este proyecto se propuso la implementación de fibras de fique al adobe con la intención de hacer un reforzamiento externo del mismo y poder disminuir costos de materiales, ya que este elemento se encuentra en zonas del campo donde se practica la construcción de este tipo de edificaciones y su implementación ayudaría a

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

estabilizar las casa en un momento de sismo, logrando soportar cargas horizontales y permitiendo la evacuación de la misma sin sufrir tanto daño.

Elaboración del reforzamiento

Para la implementación del reforzamiento se deberá tener fibras de fique de un diámetro de $\frac{1}{2}$ ", alambre negro de $\frac{1}{8}$ " tapas de cerveza o gaseosa, estos materiales se dispondrán para realizar la estructura del refuerzo y para su cubrimiento se utilizara un mortero de arena y cemento, con una mezcla de 1.2.

La elaboración del refuerzo se realizara de la siguiente forma:

1. Se limpiara la zona donde se pretende implementar el refuerzo, si es una vivienda vieja y tiene un recubrimiento se deberá retirara este pañete y dejara el adobe a la vista, si es nueva se realizara un aseo superficial y simple.
2. Se procederá a marcar en el muro los puntos donde se realizar unas pequeñas aberturas para el paso de los alambres o conectores, los cuales estarán a una distancia de .40 x .40 cm.
3. Teniendo las aberturas de los conectores se realizara la implementación de estos y se rellena los orificios con mortero.
4. Teniendo los conectores instalados se procede a la implementación de la fibra de fique, realizando una especie de tejido.
5. Con la fibra instalada se procede a asegurar los conectores.
6. Teniendo la fibra asegurada se hará una mezcla de mortero y cemento con una dosificación de 1.2, con el cual se rellenara la malla fabricada de fique, recordando que el relleno no sea menor a .2 cm.
7. El pañete se afinara y dará un acabado rustico.

Ensayos de laboratorio

Los ensayos practicados para el proyecto se realizaron en los laboratorios de la universidad la gran Colombia en la sede de ingeniería civil, en los culés se ensayaron

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

diferentes muretes y unidades de adobe para poder conocer la resistencia del adobe a fuerzas a cortante y a compresión como lo especificaba la norma peruana, de igual manera se ensayaron muros de 2 tipos de reforzamiento, para conocer la resistencia de los mismos y poderlos comparar con el sistema que se propone en el proyecto, el cual también fue ensayado a cortante, con las especificaciones de la norma NTE E. 0.80.

Para el primer ensayos de compresión se utilizó una máquina de compresión marca versa tester, con una capacidad de aplastamiento de 1kn cada 3 segundos y para la de corte diagonal una máquina de

Ensayo a compresión de la unidad

En la norma NTE E. 0.80 adobe exige ensayar la unidad de adobe con tres diferentes mampuesto, los cuales deben de ser del mismo tamaño peso y composición del material, para poder conocer la capacidad a compresión y si es un elemento óptimo para la elaboración de la edificación en adobe, en caso contrario que la unidad no sea optima se procederá a mejorar los componentes de la unidad y realizar nuevos ensayos, hasta optimizar la resistencia del adobe

A continuación se verá la unidad de adobe que se le realizara el ensayo compresión, para conocer si es óptima o no.

Ilustración 19 adobe a ensayar a compresión



Ilustración 19 adobe a ensayar a compresión. Fuente: Elaboración propia (2016)

La unida a ensayar tiene las siguientes dimensiones:

Tabla 1 dimensiones del adobe

NOMBRE	PESO	DIMENCIONES	TIPO DE ENSAYO
Unidad de adobe	3 kg	.20x,06x,10	Compresión de la unidad

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Tabla 1 dimensiones del adobe. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 20 ensayo a compresión



Ilustración 20 ensayo a compresión. Fuente: Elaboración propia (2016)

El ensayo a compresión de la unidad de adobe se realizó en una máquina de compresión marca versa tester, con una capacidad de aplastamiento de 1kn cada 3 segundos, la cual se encuentra en la universidad la gran Colombia en la cede de ingeniería, para este ensayo los resultados fueron los siguientes:

Tabla 2 resultados compresión de la unidad

COMPRESIÓN DE LA UNIDAD		
Nº ENSAYOS	RESISTENCIA EN KN	RESISTENCIA EN KG/CM ²
1	41.01 kn	4181.86 kg /cm ²
2	41.51 Kn	4201.20 kg /cm ²
3	44.38 Kn	4510.90 kg /cm ²

Tabla 2 resultado compresión de la unidad. Fuente: Elaboración propia (2016)

Para los siguientes ensayos que se realizara estarán compuestos de cuatro diferentes muestras de reforzamiento, las cuales nos darán a conocer la resistencia que tiene cada uno de estos sistemas de refuerzo como lo son: el adobe sin refuerzo, el adobe reforzado con

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

malla vena, adobe reforzado con malla electro soldada y adobe reforzado con fibras de fique.

Para conocer los resultados de los muretes ensayado se debe realizar una formula la cual nos dará a conocer la resistencia del murete a cortante, esta operación se realizara a cada ensayo que realicemos a los diferentes tipos de reforzamiento, el cual es la siguiente formula:

$$R = \text{resultado inicial} \cdot \text{Equivalencia en kg}$$

Para luego realizar una segunda operación la cual es la siguiente:

$$R/\text{En área aproximada}$$

Para el primer ensayo que se realizó a cortante es el del muro de adobe sin refuerzo, para conocer la resistencia que tiene ante un esfuerzo diagonal

Ilustración 21 murete de adobe sin refuerzo



Ilustración 21 murete de adobe sin refuerzo. Fuente: Elaboración propia (2016)

Tabla 3 dimensiones del murete

NOMBRE	PESO	DIMENCIONES	TIPO DE ENSAYO
Murete de adobe	28 kg	.41x.27 cm	A cortante

Tabla 3 dimensiones del murete. Fuente: Elaboración propia (2016)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 22 murete ensayado a cortante



Ilustración 22 murete ensayado a cortante. Fuente: Elaboración propia (2016)

Tabla 4 ensayo a cortante sin refuerzo

ENSAYO A CORTANTE MURO SIN REFUERZO		
N ENSAYO	RESISTENCIA EN KN	RESISTENCIA EN KG/CM2
1	7 kn	23.793 kg/cm ²
2	6.5 Kn	22.0935 kg/cm ²
3	6.8 Kn	23.1132 kg/cm ²

Tabla a ensayo a cortante. Fuente: Elaboración propia (2016)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 23 murete reforzado con malla electro soldada



Ilustración 23 murete reforzado con malla electro soldada. Fuente: Elaboración propia (2016)

Tabla 5 ensayo a cortante con malla electro soldada

ENSAYO A CORTANTE MURO REFORZADO CON MALLA ELECTRO SOLDADA		
N ENSAYO	RESISTENCIA EN KN	RESISTENCIA EN KG/CM2
1	9.6	32.6304 kg/cm ²
2	9.32	31.678 kg/cm ²
3	9.3	31.6107 kg/cm ²

Tabla 5 ensayo a cortante con malla electro soldada. Fuente: Elaboración propia (2016)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 24 murete reforzado con malla vena



Ilustración 24 murete reforzado con malla vena. Fuente: Elaboración propia (2016)

Tabla 6 ensayo a cortante con malla vena

ENSAYO A CORTANTE MURO REFORZADO CON MALLA VENA		
N ENSAYO	RESISTENCIA EN KN	RESISTENCIA EN KG/CM2
1	8.91Kn	30.2850 kg/cm ²
2	8.75Kn	29.7412kg/cm ²
3	8.65Kn	29.4013 kg/cm ²

Tabla 6 ensayo a cortante con malla vena. Fuente: Elaboración propia (2016)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Ilustración 25 murete reforzado con fique



Ilustración 2 murete reforzado con fique. Fuente: Elaboración propia (2016)

Tabla 7 ensayo a cortante con 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

Tabla 7 ensayo a cortante con fique. Fuente: Elaboración propia (2016)

Cuadro comparativo de precios

El siguiente cuadro contiene la comparación de los diferentes reforzamientos, los cuales estarán medidos por cada metro cuadrado y contendrán datos de los materiales a utilizar, de igual manera se especificaran los costos de mano de obra vigentes para la realización de estos reforzamientos.

Tabla 8 cuadro de precios

cuadro de precios						
NOMBRE DE REFORZAMIENTO	MATERIALES	unidad de medida	cantidad	valor unitario	valor mano de obra	total
	mallla electo soldada de 4x4 mm	Mt ²	2	\$3.300	\$24.920	\$52.540

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO
ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN
DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

MALLA ELECTRO SOLDADA	alambre negro numero17	Kg	1	\$3.900		
	tapas de botella	Unidad	8	\$ 50		
	cemento portland	Kg	15	\$ 500		
	arena de peña	Kg	40	\$9220		
TABLAS	tablas de ,02 cm de espesor por .20 de ancho	Unidad	2	\$15000	\$33.000	
	tornillos de fijación aglomerado número 10x3”	Unidad	12	\$ 50		
	malla vena	Mt²	2	\$ 4.300		
	arena de peña	Kg	40	\$ 9.220		
	cemento portland	Kg	15	\$ 500		
						\$88.920
SOGA DE NAYLON	Nylon sintético	Mt lineal	15	\$ 800	\$41.000	
	varilla de 1/2"	Unidad	2	\$10.900		
	madera de ,20 x ,15	Unidad	1	\$ 10.000		
	Tornillos aglomerado numero 10 o puntillones de 3”	Unidad	12	\$ 50		
						\$86.300
MALLA VENA	alambre negro numero 17	Kg	1	\$3.900	\$24.920	
	malla vena	Mt²	2	\$4.300		
	arena de peña	Kg	40	\$9.220		
	cemento portland	Kg	15	\$ 500		
						\$54.140
MALLA DE GALLINERO	Malla de gallinero de 1.1/4”	Mt²	2	\$ 1.000	\$24.920	
	alambre negro numero 17	Kg	1	\$ 3.900		
	cemento portland	Kg	15	\$ 500		
	arena de peña	Kg	40	\$ 9.220		
						\$47.540
FIQUE	Fique	Mt lineal	20	\$ 50	\$22.920	
	alambre negro numero 17	Kg	1	\$3.900		
	arena de peña	Kg	40	\$ 9.220		
	cemento portland	Kg	15	\$ 500		
						\$44.540

Tabla 8 cuadro de precios. Fuente: Elaboración propia (2016)

**FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO
ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN
DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS**

Este Cuadro comparativo de precios contendrá valores por metros cuadrados de muros de adobes incluyendo su elaboración.

Tabla 9 cuadro de precios con elaboración de muro

Cuadro comparativo de precios con unidad de adobes						
NOMBRE DE REFORZAMIENTO	MATERIALES	unidad de medida	cantidad	valor unitario	valor mano de obra	total
MALLA ELECTRO SOLDADA	malla electo soldada de 4x4 mm	Mt ²	2	\$3.300	\$45.468	\$201.808
	alambre negro numero17	Kg	1	\$3.900		
	tapas de botella	Unidad	8	\$ 50		
	cemento portland	Kg	30	\$ 500		
	arena de peña	Kg	80	\$9.220		
	adobe	unidad	112	\$1.000		
TABLAS	tablas de ,02 cm de espesor por .20 de ancho	Unidad	2	\$15000	\$50.910	\$235.550
	tornillos de fijación aglomerado número 10x3"	Unidad	12	\$ 50		
	malla vena	Mt ²	2	\$ 4.300		
	arena de peña	Kg	80	\$ 9.220		
	cemento portland	Kg	30	\$ 500		
	adobe	unidad	112	\$1.000		
SOGA DE NAYLON	Nylon sintético	Mt lineal	15	\$ 800	\$62.910	\$236.930
	varilla de 1/2"	Unidad	2	\$10.900		
	madera de ,20 x ,15	Unidad	1	\$ 10.000		
	Tornillos aglomerado numero 10 o puntillones de 3"	Unidad	12	\$ 50		
	adobe	unidad	112	\$1.000		
MALLA VENA	alambre negro de 1 mm	Kg	1	\$3.900	\$45.468	\$203.408
	maya vena	Mt ²	2	\$4.300		
	arena de peña	Kg	80	\$9.220		
	cemento portland	Kg	30	\$ 500		

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO
ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN
DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

	adobe	unidad	112	\$1.000		
MALLA DE GALLINERO	Malla de gallinero	Mt ²	2	\$ 1.000	\$45.468	\$196.808
	alambre negro de 1 mm	Kg	1	\$ 3.900		
	cemento portland	Kg	30	\$ 500		
	arena de peña	Kg	80	\$ 9.220		
	adobe	unidad	112	\$1.000		
FIQUE	Fique	Mt lineal	20	\$ 50	\$43.488	\$193.828
	alambre negro de 1 mm	Kg	1	\$3.900		
	arena de peña	Kg	80	\$ 9.220		
	cemento portland	Kg	30	\$ 500		
	adobe	unidad	112	\$1.000		

Tabla 9 cuadro comparativo de precios con elaboración de muro. Fuente: Elaboración propia (2016)

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Discusión y Recomendaciones

De acuerdo a los objetivos planteados en el inicio del proyecto como lo fueron la investigación de los diferentes tipos de reforzamiento, la implementación de fibra de fique a los muros de adobe y la reducción de los costos de la implementación de este sistema, se puede concluir que:

La investigación de los diferentes sistemas de reforzamientos complementó los conocimientos de esta área y permitieron identificar métodos alternos y prácticos de reforzamiento a los muros de adobe y poder realizar el proyecto con bases sólidas.

La implementación de fique en los muros aumento su resistencia con relación a los muro sin refuerzo aunque no logro una resistencia mayor o igual a otros métodos de reforzamiento si tuvo una mejoría en cuanto resistencia y fácil de implementarlo, de igual manera la resistencia obtenida es permitida en la norma peruana logrando así un nuevo método de reforzamiento óptimo.

En cuanto a los costos disminuyo considerablemente con relación a otros sistemas de reforzamiento el cual era el objetivo principal de la investigación y la implementación de la fibra de fique a los muros de adobe.

FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LA FIBRA DEL FIQUE COMO
ELEMENTO DE CONFINAMIENTO DE MUROS DE ADOBE ANTE SOLICITACIÓN
DE FUERZAS CORTANTES POR SISMOS

Referencias Bibliografía

Norma técnica de edificaciones nte E. 0.80 (2006) obtenida de
([file:///C:/Users/jagp/Downloads/E.080%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/jagp/Downloads/E.080%20(1).pdf))

Reglamento colombiano de construcciones sismo resistentes NSR 10 título D
(2010) obtenida de
(<http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/4titulo-d-nsr-100.pdf>)

Pontificada universidad de católica de Perú caracterización de daños en
construcciones de adobe (2003) Daniel Torrealva Dávila.

Construcciones de adobe resistentes a los terremotos (2003) Marcial Blondet,
Gladys Villa García M y Svetlana Brzev.

Guía maestra de la construcción y la reparación (2016) constructor Sodimac corona
Construdata (2015).

Anexos