



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE

Universidad de Cuenca - Facultad de Arquitectura
Tesis previa a la obtención del título de Arquitecto

Autores: Paola Alejandra Espinoza Salamea
Christian Rafael Ruilova Chuquimarca
Director: Edgar Patricio Hidalgo Castro

Resumen

La tierra, reconocido material de construcción, ha sido empleado a lo largo de la historia en la edificación de viviendas y monumentos alrededor del mundo, sobretodo en Latinoamérica, donde se ha establecido como material predominante en la arquitectura popular. Dentro de los sistemas constructivos en los que se utiliza este material, se encuentra el muro portante a base de ladrillos de adobe, uno de los más comunes en la construcción de tierra ecuatoriana.

Sin embargo la falta de mantenimiento e innovación en los muros de adobe, ha ocasionado el deterioro y desprendimiento del material, dejando como resultado un sin número de edificaciones rurales y patrimoniales en mal estado.

Como respuesta a este problema, en Perú se empieza a hacer uso de un geotextil llamado “geomalla”, en la restauración de muros de adobes, el cuál además de ayudar al confinamiento del material desprendido, ayuda al muro a soportar los esfuerzos de tracción frente a temblores o sismos.

En este sentido, el actual trabajo de pregrado busca realizar ensayos en los adobes y geomallas propias de la región para la obtención de resultados más cercanos a la realidad ecuatoriana y posterior realización de una cartilla constructiva con soluciones a los problemas tipos, en los cuales sea factible el uso de la geomalla en conjunto con elementos de madera.

Palabras clave: adobe, geomalla, madera, restauración, cartilla.

Abstract

Soil, is a type of building material that has been used throughout history when constructing homes and monuments around the world. We can see this more so in Latin America, where it has been established as the most predominant and prevalent material when observing architecture.

Within the construction systems that uses this material, is the load-bearing wall-based adobe brick, one of the most common structures used the Ecuadorian soil based constructions.

However, the lack of maintenance and innovation in the adobe walls, has caused the deterioration and spalling of said material, leaving as a result a number of rural and heritage buildings in very poor condition.

In response to this problem, countries like Peru have begun to make use of a geotextile called "geogrid" (which is permeable fabrics which, when used in association with soil, have the ability to separate, filter, reinforce, protect, or drain), in the restoration of adobe based walls, which in addition to helping the containment of the released material, also helps the wall to withstand the traction when encountering tremors or earthquakes.

Furthermore, the present undergraduate collaboration seeks trials in adobes and geogrid in the nearby region to obtain the closest results to the Ecuadorian reality and subsequently formulate a construction primer with feasible solutions to mentioned problems, where the use of geogrids in conjunction with elements of wood can be adequately applied.

Key words: soil, geogrid, wood, restauration, primer.

Índice



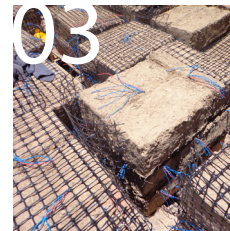
Capítulo 1. CONCEPTUALIZACIÓN

- 1.1 El Adobe
 - Bloques de Adobe
 - Propiedades del adobe
 - Materiales del adobe
 - Ensayos
- 1.2 Muros de Adobe
 - Ejecución de Muros
 - La Tierra como material sismoresistente
 - Compatibilidad del Adobe con diferentes materiales
- 1.3 Geomallas: usos y aplicaciones
 - Geosintéticos
 - Geotextiles
 - Geomembranas
 - Geodrenes
 - Geomantas
 - Geomallas
- 1.4 La Madera
 - Estructura de la Madera
 - Composición de la Madera
 - Propiedades de la Madera
 - Consideraciones Generales para el diseño estructural en madera
- 1.5 Sistema Mixto: Geomalla y Madera
- 1.6 Sistemas de construcción mixta



Capítulo 2. COMPARATIVA DE MÉTODOS INTERNACIONALES BASADOS EN EL USO DE GEOMALLAS

- 2.1 Iglesia Malloco - Fundo San Nicolás
 - Antecedentes
 - Proyecto
- 2.2 Casa Leguizamón - Salta
 - Antecedentes
 - Proyecto
- 2.3 Conjunto de Viviendas El Carmen - Chincha
 - Antecedentes
 - Proyecto



Capítulo 3. DIAGNÓSTICO

- 3.1 Actividad Sísmica en la Ciudad de Cuenca
- 3.2 Daños presentados en las Edificaciones de Adobe en el Centro Histórico de Cuenca
 - Delimitación del Área de Estudio
 - Esquema para Registro de Daños
 - Registro
 - Diseño de la Ficha para la Identificación de Daños en Muros de Adobe
 - Determinación de la Muestra para la Identificación de Daños en Muros de Adobe
- 3.3 Atlas de Daños
 - Solución Tipo para Daños en Muros de Adobe

CONCEPTUALIZACIÓN



-Registro de Inmuebles	93
-Identificación de Daños	93
3.4 Ensayos de Suelos	98
-Análisis Granulométrico	98
-Elaboración de Muestras y Ensayos	104
3.5 Muestras de Muretes para Ensayos de Laboratorio	111
-Muestra Grande sin Geomalla	112
-Muestra Grande con Geomalla	113
-Muestras Mediana Rectangular con Llave de Madera sin Geomalla	116
-Muestras Mediana Rectangular con Llave de Madera con Geomalla	117
-Muestra Media Rectangular sin Llave de Madera sin Geomalla	120
-Muestra Media Rectangular sin Llave de Madera con Geomalla	121
-Muestra en "L" con Llave de Madera sin Geomalla	124
-Muestra en "L" con Llave de Madera con Geomalla	125
-Muestra Pequeña sin Llave de Madera sin Geomalla	128
-Muestra Pequeña sin Llave de Madera con Geomalla	129
-Elaboración de Muestras y Ensayos	132
-Construcción de Muestras	135
3.6 Ensayos de Laboratorio	138



Capítulo 4. PROYECTO

4.1 Diseño de Módulos Tipo como Solución al Problema	151
-Módulo de Muro Corrido	152
-Módulo de Muro con Vano de Ventana	154
-Módulo de Muro con Vano de Puerta	156
-Módulo de Muro de Encuentro de Muros Esquineros en "L"	158
-Módulo de Muro de Encuentro de Muros en Perpendicular "T"	160
4.2 Aplicación del Sistema Constructivo en un Caso Puntual de una Edificación	162
-Datos Generales sobre Herramientas y Materiales Utilizados en la Aplicación	190
4.3 Cartilla Constructiva y Sugerencias de Uso	191
CONCLUSIONES GENERALES	219
BIBLIOGRAFÍA	220
ANEXOS	223



Paola Alejandra Espinoza Salamea, autora de la tesis "Uso de Geomallas y Elementos de Madera en la Restauración de Muros de Adobe", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 24 de noviembre de 2014.

Paola Alejandra Espinoza Salamea

010403837-7



Christian Rafael Ruilova Chuquimarca, autor de la tesis "Uso de Geomallas y Elementos de Madera en la Restauración de Muros de Adobe", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 24 de noviembre de 2014.

Christian Rafael Ruilova Chuquimarca

110375145-7



Paola Alejandra Espinoza Salamea, autora de la tesis "Uso de Geomallas y Elementos de Madera en la Restauración de Muros de Adobe", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecta. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 24 de noviembre de 2014

Paola Alejandra Espinoza Salamea

010403837-7



Christian Rafael Ruilova Chuquimarca, autor de la tesis "Uso de Geomallas y Elementos de Madera en la Restauración de Muros de Adobe", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 24 de noviembre de 2014

Christian Rafael Ruilova Chuquimarca

110375145-7

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Trabajo previo a la obtención del título
de Arquitecto.

Autores:

Paola Alejandra Espinoza Salamea

Christian Rafael Ruilova Chuquimarca

Director:

Arq. Patricio Hidalgo Castro

Portada:

Paola Espinoza, Christian Ruilova

Edición y diagramación:

Paola Espinoza, Christian Ruilova

Edición de Fotografías:

Paola Espinoza, Christian Ruilova

Impresión:

Pixel Print

Cuenca, Noviembre de 2014



Agradecimientos

Nuestro sinceros agradecimientos a los arquitectos Rodrigo Montero y Patricio Hidalgo por su apoyo y su paciencia en el desarrollo de nuestra tesis.

Al Arq. Stalin Cabrera y el Ing. Marco Méndez quienes nos guiaron en los ensayos ejecutados en el laboratorio de ingeniería de la Universidad de Cuenca.

Al señor Nestor López quien nos facilitó la vivienda para llevar a cabo la aplicación.

Y sobretodo a los estudios Lost Arquitectura y Go Arquitectura quienes supieron brindarnos su apoyo en la realización de los ensayos y aplicación del sistema constructivo.

La ayuda de todas estas personas fue indispensable en la culminación de nuestro trabajo de pregrado y por ello infinitas gracias.

Dedicatoria

A mi madre, mi Digna Esperanza

Khriz.

Objetivos

Objetivos Generales

Elaboración de una cartilla informativa acerca del uso de geomallas y elementos de madera en la restauración de muros de adobe.

Objetivos Específicos

- * Integración de la geomalla y elementos de madera en la restauración de muros de adobe.
- * Establecer criterios acerca de las condiciones en las cuales es posible el uso de este sistema constructivo y los factores a considerarse al momento de la restauración.
- * Identificación, elaboración e ilustración de los detalles constructivos de dicho sistema con sus respectivas especificaciones técnicas.
- * Construcción de un módulo de adobe aplicando el sistema de geomalla y madera como refuerzo en muros de viviendas de adobe.
- * Aplicación del sistema constructivo, enfocado puntualmente a un caso de restauración.
- * Recopilación de la información en un documento de dominio público.



01

Conceptualización



En este primer capítulo abordaremos los conceptos generales y propiedades principales tanto del Adobe, la Geomalla y la Madera, con el fin de adquirir conocimientos acerca de los materiales que componen el sistema constructivo y sus aplicaciones en la actualidad. Estos datos nos ayudarán a comprender como es posible su empleo de una manera conjunta en la restauración.

01

Conceptualización

1.1 El Adobe

La tierra es uno de los materiales más antiguos empleados en la construcción. Su uso data desde hace más de 9000 años, sus sistemas constructivos tales como el adobe, el tapial y el bahareque han ofrecido a lo largo de los años una solución satisfactoria en la edificación de viviendas y monumentos. Actualmente sigue siendo de gran importancia frente a materiales industriales tales como el hormigón y el ladrillo, puesto que al ser un material natural ofrece la posibilidad de una autoconstrucción a bajo costo, siendo empleado principalmente en los países en vías de desarrollo. Su creciente uso ha permitido así mismo desarrollar una industrialización de este material.

La tierra, como material de construcción, se refiere a la mezcla de arcilla, limo, arena y gravilla o grava; la cual frente a materiales industrializados como el ladrillo o bloque posee importantes desventajas y ventajas.

Desventajas:

- Al no ser un material estandarizado, su composición y características varían dependiendo del lugar de donde se extraiga.
- El barro se contrae al secarse. La retracción lineal en bloques de adobe oscila entre 0,4-2%, debido a la evaporación del agua en el amasado, causando fisuras.
- El barro no es impermeable.

Ventajas:

- El barro regula la humedad ambiental, debido a su capacidad de absorber y despedir agua de manera rápida. "Experimentos llevados a cabo en el Forschungslabor für Experimentelles Bauen (FEB) (Laboratorio de Construcciones Experimentales) de la Universidad de Kassel,



CAPILLA JATTITA, ORURO, BOLIVIA. <http://sudamericamilugar-rodolfo.blogspot.com>



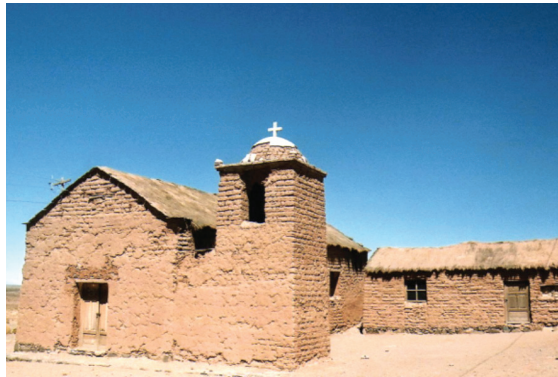
VIVIENDA DE ADOBE. yosoyxinka.blogspot.com



CASA DE ADOBE BURDEOS, ESPAÑA FUNDACION ALTIPLANO. "Guía práctica para talleres de capacitación en la restauración en adobe". Chile, Arica, Sexta Edición, 2010 – 2012. Pág. 7



LA COMANDANCIA DE ARMAS, FIAMBALÁ CATAMARCA ARGENTINA. <http://www.flickr.com/photos/chechipe>



CAPILLA DE CERRILLOS, SUD LIPEZ, DEPARTAMENTO POTOSÍ BOLIVIA. Foto: Rodolfo Pace



HORNO DE ADOBE. <http://www.sauval.com/fotos/catamarca2012/>

Alemania demostraron que cuando la humedad relativa en un ambiente interior aumenta súbitamente de 50 a 80% los bloques de barro pueden absorber 30 veces más humedad que los ladrillos cocidos en un lapso de dos días.”¹

- El barro almacena calor.
- Disminuye la contaminación ambiental y economiza tanto en energía como en transporte y materiales de construcción, ya que se suele utilizar el barro extraído de los cimientos de la misma construcción o de zonas muy cercanas.
- Es un material reutilizable: se puede triturar y humedecer el barro para utilizarlo nuevamente en otra construcción.
- El barro preserva la madera y otros materiales orgánicos.
- El barro y otros materiales análogos resultan climatológicamente aptos para las necesidades de los países en vías de desarrollo.
- Al ser utilizado correctamente, es estéticamente agradable y resalta la identidad cultural.
- Es un material con valor de ignición de F-180, es decir que puede soportar el fuego 180 minutos sin arder.

¹ Cita: Gernot Minke Manual de construcción en Tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual.

Bloques de Adobe

Los bloques de adobe consisten en piezas macizas sin cocer. Son producidos a mano, utilizando una mezcla de barro (20% arcilla y 80% arena), agua y paja. La paja evita que la mezcla se agriete durante el proceso de secado.

Para verificar que la humedad sea la correcta, se aconseja tomar un puñado de la mezcla y moldearlo hasta formar una bola, dejarla caer al piso desde la altura de un metro aproximadamente:

- Si se aplasta sin romperse, significa que contiene demasiada agua.
- Si se rompe en muchos pedazos pequeños, hace falta agua.
- Si se rompe en pocos pedazos grandes, hay suficiente agua.

Posteriormente se vierte esta mezcla en moldes de madera, cuyas dimensiones varían de acuerdo a la tradición o criterios constructivos.

Generalmente son de 20 x 40 x 15 cm, o responden a una proporción de 1: ½:1/4 entre largo, ancho y altura del bloque. Después de un par de días, ante la contracción del adobe por el secado, se retiran los moldes y las piezas se dejan secar al aire libre (sin que dé el sol directamente) de 15 a 30 días.

La superficie en la cual se secará el adobe debe ser limpia, horizontal y libre de impurezas orgánicas o sales. Debe estar espolvoreada con arena para evitar que se pegue. Luego de tres días los adobes se pueden poner de canto y a los siete días se los pueden apilar.

Control de calidad: si pasadas las 4 semanas el adobe de prueba se agrieta, significa que hay que agregar paja y si es que no resiste el peso de un hombre, se debe agregar arcilla al barro.



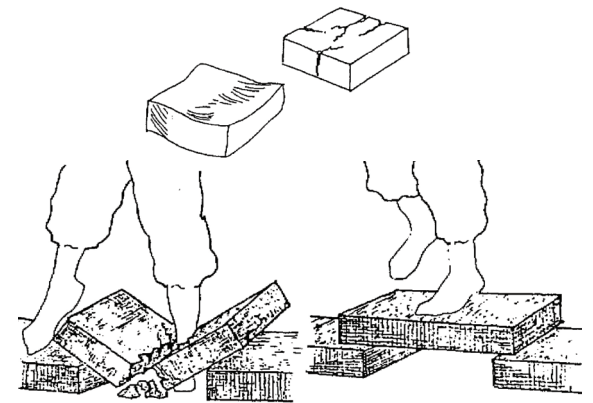
MEZCLA DE ADOBE. [http://commons.wikimedia.org/wiki/File: Mezcla_de_adobe.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mezcla_de_adobe.jpg)



PRODUCCIÓN DE BLOQUES DE ADOBE CON MOLDES DE MADERA. <http://espiralista.wordpress.com/2012/07/23/geometria-sagrada-aplicada-a-la-construccion-en-cordoba/>



SECADO DE ADOBES AL CANTO. <http://miturismoalternativo.blogspot.com/2012/01/fotografia-rural-proceso-constructivo.html>



CONTROL DE CALIDAD - DEFORMACIONES Y FISURAS. Manual para la construcción de viviendas de adobe



Propiedades del Adobe

PROPIEDADES DEL ADOBE	
Densidad:	1200 - 1700 kg/cm ³
Resistencia a la compresión en 28 días:	10,5 - 2 MN/m ²
Resistencia a la tracción:	buena
Absorción de agua:	0 - 5 %
Resistencia al hielo:	baja
Exposición a la interperie:	reducida
Coefficiente de conductividad:	0,46 - 0,81 w/m.k
Retracción del secado:	0,2 - 1 mm/m
Desfase diario:	10 - 12 h
Resistencia al fuego:	buena
Paja más adecuada:	la resultante de la trilla del centeno

PROPIEDADES DEL ADOBE. <http://www.todobarro.com/es/adobe>

Materiales del Adobe

Tierra (suelo)

Los suelos son el producto del medio ambiente sobre las rocas que conforman la corteza terrestre, cuyos componentes durante milenios han sido pulverizados en partículas de distintos tamaños. Un terreno normal contiene minerales arcillosos y otros minerales (feldespato, carbonatos de calcio, cuarzo, entre otros) que normalmente forman partículas más grandes que las de arcilla. El componente del suelo viene, generalmente clasificado, únicamente en base a la dimensión de las partículas según el siguiente esquema:

COMPOSICIÓN DEL SUELO	
ARCILLA	partículas muy pequeñas de 2 micrones
LIMO	de 2 a 60 micrones
ARENA	de 60 micrones a 0,2 mm
PIEDRA	partículas mayores de 0,2 mm

ESQUEMA DE LA COMPOSICIÓN DEL SUELO. <http://es.scribd.com/doc/151543098/13158836-EL-ADOBE>

Un suelo rico en arcilla es plástico y untuoso al tacto, se contrae mucho cuando se seca y se cuartea; un suelo rico en arena, no es plástico y es granuloso al tacto. La arcilla sirve como aglomerante de las gravas, arenas y limos, que son los encargados de dar cuerpo y estabilidad al sistema. Sin embargo no todas las arcillas tienen la misma composición química, por lo cual algunas son muy inestables ante la presencia de agua, presentando fuertes modificaciones volumétricas al hidratarse.

Un tipo de tierra que se considere arenosa, ya sea por tener poca arcilla o que ésta sea inactiva, tendrá una gran estabilidad ante los cambios de humedad o temperatura, pero resultará frágil y presa fácil de la erosión.

Por el contrario, una tierra muy arcillosa, que contenga mucha arcilla o ésta sea muy activa, va a poseer una alta cohesión, pero ante la humedad y secado provocará grietas.

Paja

Otro material empleado en la fabricación del adobe es la paja de páramo, que se puede hallar en terrenos sobre los 3500mts de altura. Dicha paja se coloca en la preparación del adobe con una dimensión aproximada de 20-30cm.

La paja brava es otra variedad que se encuentra a orillas de las aguas empantanadas, por lo general su dimensión está 30 y 40 cm.



CAMPAÑA DE MANTENIMIENTO CEMENTERIO DE SUSUDEL.
Foto: Gabriela Lituma.

Agua y aire

El agua empleada debe ser limpia, ya que ésta cumple dos funciones: la primera es propiciar el movimiento de las partículas sólidas de la mezcla, haciendo posible el intercalado de las más pequeñas entre las de mayor tamaño. La segunda es de generar condiciones cohesivas de las arcillas, las cuales son “activadas” a partir de intercambios iónicos que se desarrollan en condiciones de humedad.

El aire por su parte, ocupa los vacíos que deja el agua al fluir o evaporarse, e influye en las cualidades de transmisión térmica, acústica e hídrica de la tierra utilizada como material constructivo.

Ensayos

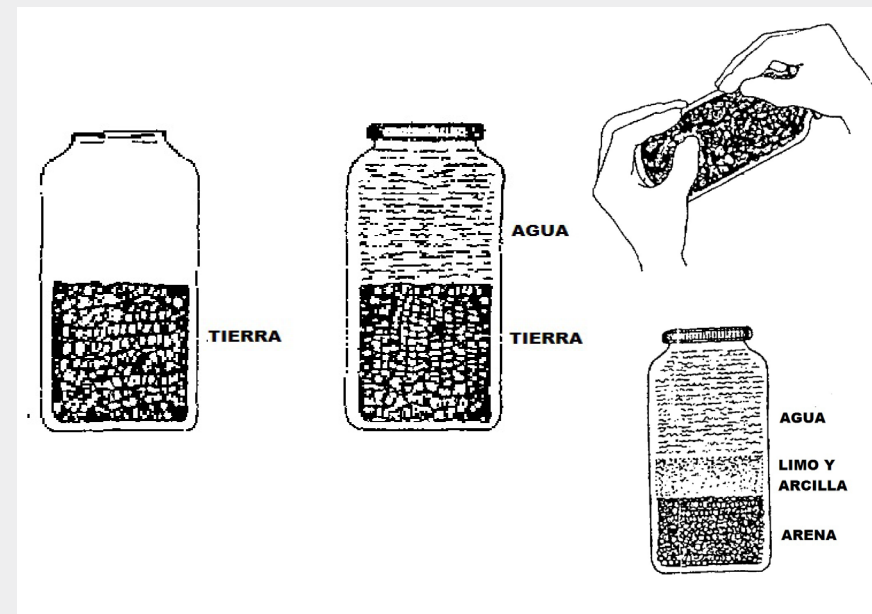
Para la elección de la tierra adecuada en la elaboración de los adobes, se puede realizar distintos tipos de ensayos que nos ayudarán a garantizar la calidad de estos:

ENSAYO GRANULOMÉTRICO.

Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limo y arcilla) de la tierra.

PROCEDIMIENTO

1. Llenar con tierra tamizada (utilizar tamiz nº 4) una botella de boca ancha de un litro de capacidad hasta la mitad de su altura, llenar la parte restante con agua limpia.
2. Agitar la botella durante 5 minutos o hasta que todas las partículas de tierra estén en suspensión.
3. Poner la botella sobre una mesa y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposarán inmediatamente mientras las partículas de limos y arcillas durarán algunas horas.
4. Medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla.
5. Se recomienda que la cantidad de arena fluctúe entre 1.5 y 3 veces la cantidad de limos y arcilla. Por ejemplo, si tenemos una altura de 3cm con limos y arcilla, la altura de la arena deberá estar comprendida entre 4.5 a 9 cm.



ENSAYO GRANULOMÉTRICO. Manual para la construcción de viviendas de adobe.



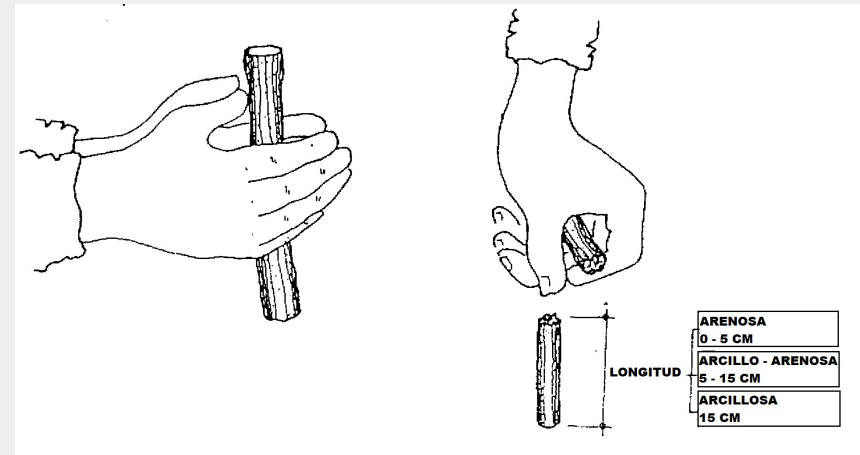
ENSAYO DE PLASTICIDAD

Sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arenosa o arcillo arenosa.

PROCEDIMIENTO

Conformar con tierra humedecida un rollo de 1.5cm de diámetro aproximadamente, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe. Aquí se presentan 3 casos:

1. Si es de 5 a 15 cm es tierra arcillo arenosa que es la adecuada para usar.
2. Si se rompe antes de los 5 cm es una tierra arenosa y es inadecuada para su uso.
3. Si se pasa de los 15 cm es una tierra arcillosa igualmente inadecuada para su uso.

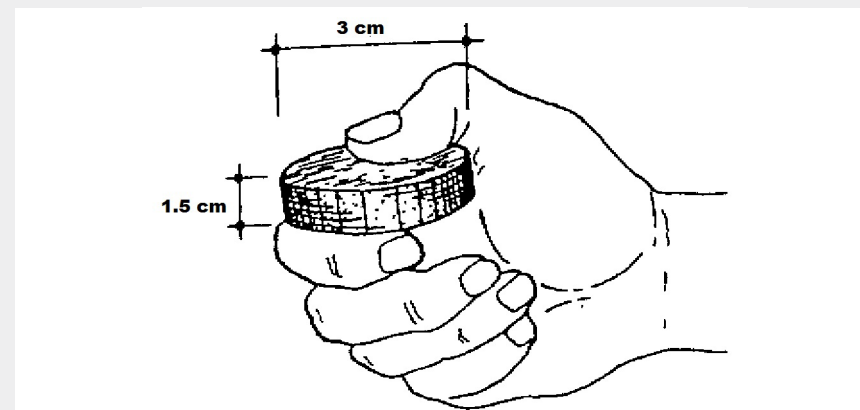


ENSAYO DE PLASTICIDAD. Manual para la construcción de viviendas de adobe

ENSAYO DE RESISTENCIA SECA

PROCEDIMIENTO

1. Hacer por lo menos tres bolitas de barro de aproximadamente de 2 cm de diámetro.
2. Dejar secar por lo menos 24 horas (lo aconsejable 48 horas).
3. Una vez secas, aplastar cada bolita entre el dedo pulgar e índice. Si ninguna de las bolitas se rompe, el suelo contiene suficiente arcilla como para ser usado en la construcción de adobe, siempre que se controle la microfisuración del mortero debida a la contracción por secado.
4. Si algunas de las bolitas pueden ser aplastadas, el suelo no es adecuado, ya que carece de la cantidad suficiente de arcilla y debería ser descartado.



ENSAYO DE RESISTENCIA SECA. Manual para la construcción de viviendas de adobe.

1.2 Muros de Adobe

Ejecución de muros

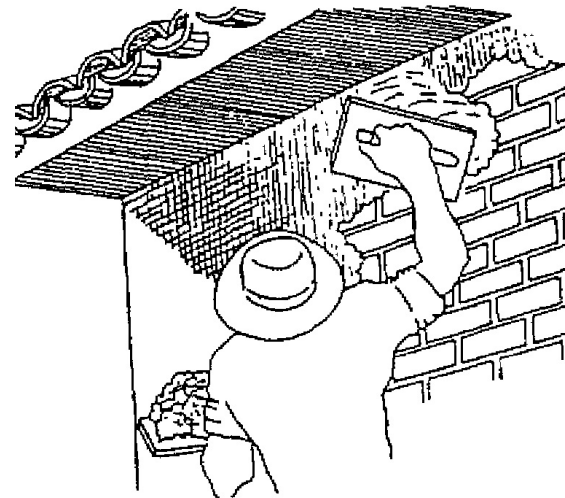
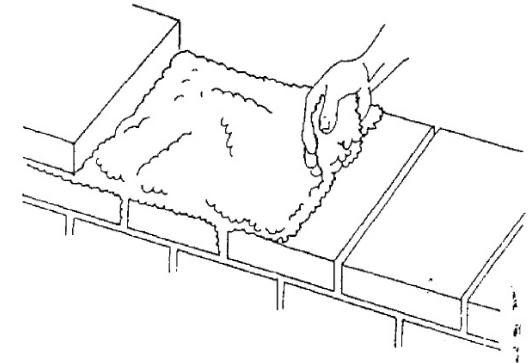
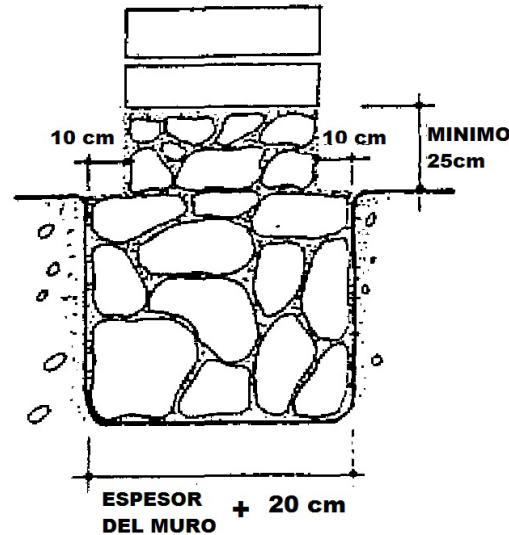
Para la ejecución de muros, es necesario primeramente una superficie rígida o cimentación, sobre la cual se van levantando hileras con los bloques de adobe, uniéndolos con un mortero, que es el mismo suelo que se utilizó para la elaboración de las piezas. En algunos casos se adiciona paja al mortero para mejorar su resistencia a la tensión. Igualmente para evitar fisuras en el secado, el mortero debe contener suficientemente arena gruesa.

Una vez seco el muro, es posible enlucirlo con revoques de barro, los cuales están compuestos principalmente por arena, limo y arcilla (solamente del 5 al 12%). El material suelto debe ser removido raspando la superficie. La superficie en la cual se va a aplicar el revoque debe ser rugosa para facilitar la adherencia, en ese caso se recomienda hacer ranuras a 45° con un badilejo sobre los adobes, o bien humedecer la superficie hasta suavizarla un poco y rayarla diagonalmente. El barro debe ser reposado al menos 48 horas y la tierra cernida previamente.

Para aplicar el revoque es necesario hacerlo por capas, la primera de aproximadamente 0,5 cm. Se deja secar para que se evapore el exceso de agua por un día y luego se coloca la segunda capa. El mortero debe lanzarse con fuerza para que las partículas del barro se impregnen con las capas exteriores de la superficie. Como aditivo para mejorar la dureza es aconsejable añadir estiércol de vaca o cal. Por último se puede aplicar una capa de pintura.

Para el revoque con cal, se pasa una capa de cal-arena-agua sobre la superficie para unificarla y obtener un mejor acabado con los pigmentos. Se prepara una mezcla de arena (cernida) – cal (1:3) y se añade el pigmento, el cual se prepara en un recipiente por separado, con agua y tres gotas de shampoo para evitar grumos. Se juntan las dos mezclas y se aplica sobre la capa anterior, la cual debe secar de 24 a 48 horas.

En zonas semiáridas es necesario realizar acabados superficiales exteriores (morteros de cal)



CIMIENTO Y SOBRECIMIENTO. Manual para la construcción de viviendas de adobe.

EJECUCIÓN DE MUROS DE ADOBE. Manual para la construcción de viviendas de adobe.

REVOQUE DE MUROS. Manual para la construcción de viviendas de adobe.

Los sismos o temblores de tierra son causados por la súbita liberación de la energía potencial o deformación que se ha ido acumulando paulatinamente y por diversas causas sobre la corteza terrestre. Algunos temblores se originan a partir de la actividad volcánica o deslizamientos del terreno, pero los que provocan daños graves son los de origen tectónico. El movimiento consta de 6 componentes: 3 de desplazamiento y 3 de rotación. Sin embargo, normalmente se producen solo dos: el desplazamiento horizontal en una dirección y el desplazamiento vertical...

Las edificaciones de adobe son regularmente muy rígidas, por lo cual poseen unos periodos de vibración relativamente bajos, encontrándose directamente en la zona donde la amplificación de los movimientos sísmicos es muy importante y existe una gran posibilidad de destrucción.

El mayor número de viviendas de tierra que sufren daño están ubicadas en países del tercer mundo esto se debe principalmente a la falta de recursos para la investigación y desarrollo de técnicas constructivas. Si bien la ingeniería estructural puede ofrecer respuestas bastante aproximadas del comportamiento de materiales como el acero o el hormigón ante sismos, las estructuras de tierra tienen componentes específicos que varían de acuerdo a su materia prima, origen, proceso de extracción, método de transformación, época del año en que se elaboraron, etc. "En un edificio del siglo XVIII del norte de México se realizaron pruebas de resistencia y comprensión pudiéndose comprobar que mientras algunos adobes resistían 4kg/cm², otros alcanzaban los 27kg/cm²." ²

Por lo tanto, si la resistencia de las estructuras de tierra aún es probada de forma empírica, existen criterios de diseño que sirven para la prevención de daños

² <http://www.terra.org/html/s/rehabilitar/bioconstruccion/materiales/adobe.html>

en casos de sismos. El adobe no debe ser analizado de forma aislada sino en conjunto con el resto de la edificación: su comportamiento real dentro de un muro, arco, bóveda, etc; su posición, geometría, forma; puesto que a diferencia de otros materiales constructivos la tierra tiene la capacidad de soportar cierto nivel de deformación.

Estos son algunos de los requisitos:

- Ubicación adecuada: el terreno en donde se emplazará la edificación debe ser estable y resistente, evitando barrancos, pasos naturales de agua, etc.
- Material resistente: ya que el adobe tiene una baja resistencia a la tracción se debe procurar que la tierra con la que es elaborado sea de la mejor calidad posible. Libre de arcillas activas, ya que con el tiempo produce grietas y acoge bichos.
- Geometría de las plantas: es importante que la planta sea regular, preferiblemente simétrica y simple. Las formas en "L", "H", "T" o "+" no son recomendables ya que las esquinas representan puntos críticos, en cambio que una planta circular es la de mayor eficacia ya que cualquiera de los puntos de su perímetro resistiría empujes laterales.
- Planos horizontales: edificaciones que han resistido fuertes terremotos, han seccionado sus bloques formando planos horizontales, al introducir elementos como tablas delgadas, escalerillas de madera o bambú o membranas flexibles. Esto permite al muro adquirir una mayor estabilidad al descomponer la continuidad de las fuerzas que propician su colapso. Esto funciona aún mejor cuando esta separación posee una continuidad en todo su perímetro.
- Juntas y articulaciones constructivas: la ruptura en la continuidad de los muros cuando el diseño no consta de plantas regulares, permite que las fuerzas en caso de un sismo se disipen y se interrumpan. El uso de morteros de liga solamente en las capas horizontales entre adobes y tierra seca en las verticales permite un movimiento articulado de los muros. Existe también la técnica de los adobes "parados", que consiste en la conformación de muros mediante la colocación de bloques de tierra apoyados sobre sus caras angostas dentro de marcos de madera. Los adobes se sostienen gracias al anclaje en el marco de tiras delgadas de madera con tiras de alambre de hierro y no con mezcla como pega.
- Vanos: las puertas y ventanas son áreas de interrupción del trabajo estructural, por lo cual los vanos deben reducirse al mínimo, tanto en su dimensión como en su número, así como deben estar alejados de las esquinas y de los encuentros entre muros divisorios al ser los puntos más vulnerables.
- Flexibilidad en las estructuras: los edificios que sufren menos daños son aquellos cuyos elementos y articulaciones son flexibles, permitiendo incorporar el movimiento de un sismo a su respuesta en vez de oponerse. La masividad decreciente en altura hace que la zona inferior se mantenga firme al suelo y que la parte superior se balancee, disipando la energía de la edificación. También se debe favorecer el arriostre continuo en el coronamiento de muros, mediante soleras, collares o cadenas de arriostre (la madera asume los esfuerzos a tracción y flexión), cubiertas y entrepisos que sean ligeros pero que posean la resistencia suficiente para ligar a los muros.

Compatibilidad del adobe con diferentes materiales

Desprendimiento del revoque: es la separación del acabado del muro debido a lesiones previas, humedad, grietas o sismos.

Daños al valor patrimonial: la incorporación de nuevos materiales (ladrillos, bloques de hormigón, acero, etc.) en la restauración de viviendas tradicionales de adobe atenta gravemente al valor patrimonial que posee la edificación, tanto en la incompatibilidad estructural como estética. En muchos casos el uso de nuevos materiales produce un daños irreversibles o de compleja reparación (como cobertura de pinturas murales).



ADOBE MADERA INTEGRADA. <http://1.bp.blogspot.com/-hfh-gwl7fUSg/TWZ96-lvVrI/AAAAAAAAAEs/UHXbjqWGUBk/s1600/DSCF0793.JPG>



ADOBE MADERA . http://3.bp.blogspot.com/-8Ji-YTe2Nhk/TWZ-2q33PwUI/AAAAAAAAADc/Xi5XRSIUnfi/s400/101_4594.JPG

Para poder entender mejor la restauración es necesario entender algunos conceptos básicos:

Patrimonio Cultural: el patrimonio cultural de un pueblo es el conjunto de bienes tangibles como intangibles legados a un pueblo a lo largo de su historia, esto comprende las obras de sus artistas, arquitectos, músicos, escritores y sabios que expresan la creatividad de su pueblo: la lengua, ritos, creencias, lugares y monumentos históricos, literatura, obras de arte, etc, por medio de obras materiales y no materiales.

Restauración: tiene como fin revelar y mantener el significado cultural del sitio. Se hace todo lo necesario para conservar el edificio o construcción, pero marcando siempre el tiempo de una nueva intervención que sea necesaria.

Conservación Preventiva: la conservación preventiva



FACHADA ADOBE METAL . <http://www.amandarivera.cl/amandarivera/wp-content/uploads/fachada-cea.jpg>



ADOBE METAL. http://annelemarquis.cl/wp-content/uploads/2013/01/IMG_1763.jpg

busca tomar todas las medidas y acciones encaminadas a evitar y minimizar futuros deterioros o pérdidas en edificaciones históricas. Además esta ayuda a conservar la autenticidad, ya que evita daños y las intervenciones se reducen. Su objetivo principal es conservar tanto como sea posible la edificación.

La clave para poder llevar esto a cabo es el control periódico y presentación de informes basado en un sistema de monitoreo.

Es importante tomar en cuenta que para la conservación preventiva, el monitoreo de las edificaciones no



1.3 GEOMALLAS: USOS Y APLICACIONES

Geosintéticos

Los Geosintéticos son un grupo de materiales fabricados mediante la transformación industrial de sustancias químicas denominadas polímeros, que de su forma elemental, de polvos o gránulos, son convertidos en láminas, fibras, perfiles, películas, tejidos o mallas.

Otra característica particular de los geosintéticos es que su aplicación se relaciona con la actividad de la construcción, por lo que participan como parte integral de estructuras que utilizan materiales de construcción tradicionales, como suelos, roca, asfaltos, concreto, etc.

Dentro de tales estructuras los geosintéticos complementan, conservan o mejoran el funcionamiento de los sistemas constructivos y, en algunos casos, sustituyen por completo algunos materiales y procesos de la construcción tradicional.

FUNCIONES DE LOS GEOSINTÉTICOS

Se pueden dividir en dos grupos:

1. HIDRÁULICAS

- Drenar: permitir la circulación de un fluido en el plano del geosintético.
- Filtrar: permitir la circulación de un fluido a través del geosintético.
- Impermeabilizar: no permitir el paso de un fluido a través del geosintético.

2. MECÁNICAS

- Separar: no permitir la mezcla de distintos suelos.
- Reforzar: aumentar la resistencia mecánica del terreno.
- Proteger: producir un efecto colchón sobre las láminas de impermeabilización, protegiéndolas contra posibles punzonamientos.

VENTAJAS DE LOS GEOSINTÉTICOS

- Reducción del tiempo de ejecución y del costo financiero de los proyectos.
- Simplificación de los procesos constructivos:
- Disminución de costos.
- Aumento de la calidad de las construcciones.
- Protección al medio ambiente.

CLASIFICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS

Dentro de los geosintéticos que comúnmente se usan para reforzar los suelos se pueden citar:

- GEOTEXTILES ■ GEOMEMBRANAS
- GEODRENES ■ GEOMANTAS
- GEOMALLAS ó GEOREDES

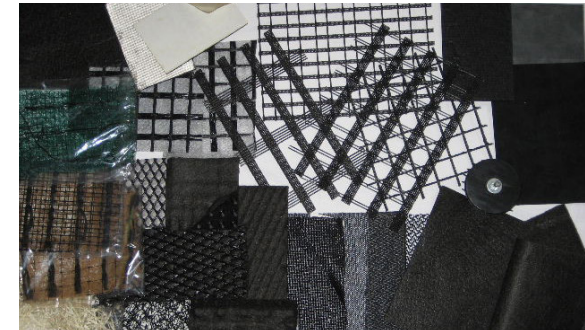


FOTO 1: GEOSINTÉTICOS. <http://www.geosynthetics.com.cn/uploadfiles/20081227183951504.jpg>



FOTO 2: GEOMALLA POLIGONAL Y GEOTEXTIL. <http://www.world-highways.com/EasysiteWeb/getresource.axd?AssetID=37976&-type=custom&servicetype=Inline&customSizeId=14>



COLOCACION DE GEOMALLAS EN OBRA. http://images03.olx.com.ve/ui/10/45/54/1292724577_147934154_2-GEOSINTETICOS-BRITVEN-San-Antonio-de-los-Altos.jpg

Geotextiles

Son telas con diversas estructuras, cuyos elementos individuales consisten en fibras, filamentos, o cintas de plástico.

Estos materiales permeables que pueden ser “tejidos” o “no tejidos” y se utilizan generalmente para filtrar y conducir fluidos, separar suelos de diferentes características, reforzar suelos débiles y proteger a las geomembranas de los posibles daños de piedras angulares u otros objetos. Pueden ser de Poliéster o de Polipropileno.

APLICACIONES

Pueden utilizarse para aplicaciones de Separación de Materiales, Filtración, Drenaje, Control de la Erosión y Prevención de la Reflexión de Grietas.

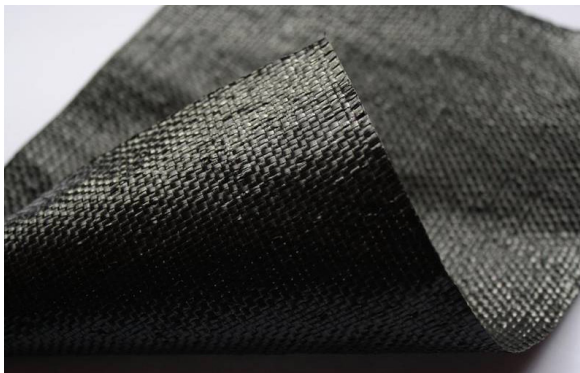


FOTO 4: GEOTEXTIL. http://images03.olx.com.ve/ui/10/45/54/1292724577_147934154_2-GEOSINTETICOS-BRITVEN-San-Antonio-de-los-Altos.jpg



APLICACIONES DE GEOTEXTILES EN MEJORAMIENTO DE SUELOS. <http://www.polyfabrics.com.au/gallery/geotextiles-3.jpg>

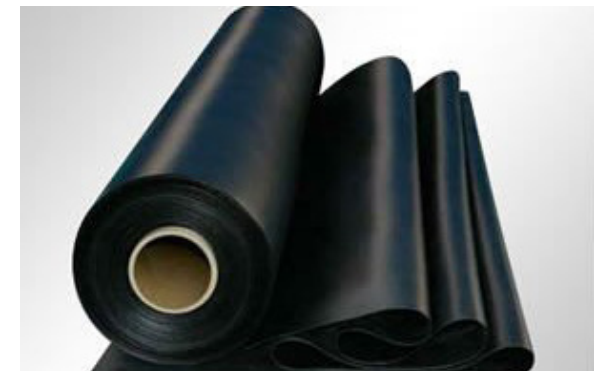


APLICACIONES DE GEOTEXTILES EN EROSION DE TALUDES. <http://tdm-peru.medialabla.net/wp-content/uploads/2012/03/GEO-CELDAS-3.jpg>

Geomembranas

Son láminas de muy baja permeabilidad que se emplean como barreras hidráulicas. Se fabrican en diversos espesores y se empaquetan como rollos que se unen entre sí mediante técnicas de termo fusión, extrusión de soldadura, mediante aplicación de adhesivos, solventes o mediante vulcanizado, según su naturaleza química.

Pueden fabricarse a partir de diversos polímeros: PVC Plastificado, Polietileno de Alta Densidad, Polipropileno.



GEOMEMBRANA. http://i00.i.aliimg.com/img/pb/176/484/437/437484176_103.jpg

APLICACIONES

Es un producto ideal para impermeabilizar embalses y ollas de agua, canales de riego, tanques y cisternas. Se utilizan para el revestimiento de depósitos de agua (lagos, presas, estanques), plantas de tratamiento, rellenos sanitarios, sellado de grietas en presas y tubos, etc.





APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS EN TANQUES DE AGUA. <http://i.anunciosya.com.mx/i-a/5lcn-12.jpg>



APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS EN RELLENOS SANITARIOS. <http://1.bp.blogspot.com/-4LAq4MC5BWU/TuZykE5UgYI/AAAAAAAAAGI/HAGAXuCBth0/s1600/DSC00014-jpg>

Geodrenes

Son drenes prefabricados, elaborados mediante la combinación de núcleos de plástico con alta resistencia a la compresión y muy alta conductividad hidráulica, y cubiertas de un geotextil filtrante que impide la intrusión de suelo dentro de los vacíos disponibles para el flujo; su función es captar y conducir líquidos a través de su plano.

Contienen una multitud de conos espaciadores que forman canales por los cuales se transporta el fluido captado.



LAMINAS y GEODRENES. <http://www.velezgarcia.com.ar/productos/geodrenes>.

APLICACIONES

Muros de contención, muros mecánicamente estabilizados, drenaje de acotamientos de carreteras, pistas de aeropuertos, bajo campos deportivos, conos de derrame en puentes, túneles y alcantarillas, rellenos sanitarios, azoteas ajardinadas, y en general cualquier superficie donde el agua requiera drenaje de la superficie o del subsuelo.

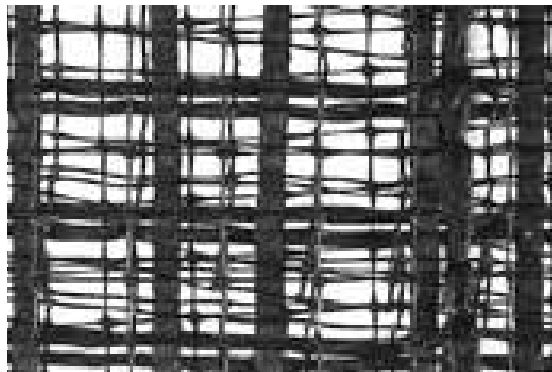


APLIACION DE GEODRENES EN SUELOS . <http://www.america.com.uy/imagenes/productos/52/100-0250.jpg>

Geomantas

Son láminas relativamente gruesas formadas con filamentos cortos o largos de plástico, generalmente polipropileno, polietileno o nylon, de sección rectangular o cónica.

Simplemente agrupados con ayuda de redcillas, aglutinantes o costuras muy sencillas, o bien fuertemente entrelazados entre sí, que pueden o no incluir capas de fibras de origen vegetal.



GEOMANTAS. <http://www.facebook.com/photo.php?fbid=569265783094833&set=a.359996164021797.81613.319795814708499&type=1&rele>

APLICACIONES

Se instalan sobre taludes para evitar su erosión, como elementos de protección permanente o temporal, y combinadas o no, con siembra de semilla. Sus funciones son las de reducir la capacidad erosiva de los escurrimientos, proteger al suelo, acelerar la germinación de especies vegetales implantadas y reforzar las raíces. ⁶



APLICACIÓN DE GEOMANTAS EN TALUDES . http://www.tectonica.es/arquitectura/espacios_exteriores/imagenes_30/3c2.jpg

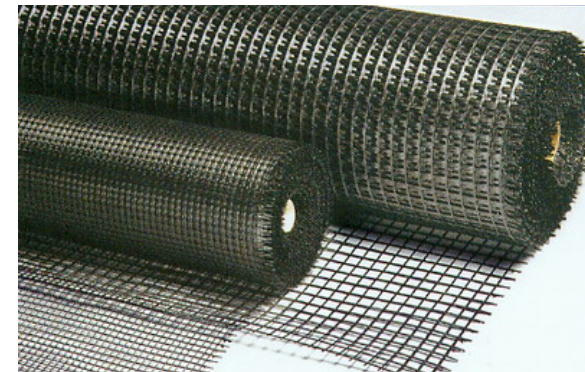


APLICACIÓN DE GEOMANTAS EN TALUDES . http://lazarushn.com/wp-content/uploads/2012/07/geomantas_taulabe.jpg

Geomallas

Las geomallas son estructuras bidimensionales elaboradas a base de polímeros, que consisten en una red regular de tiras o costillas conectadas de forma integrada por extrusión, con aberturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón con las partículas del suelo, suelo circundante u otros materiales.

Están compuestas de poliéster, el polipropileno y polietileno, los mismos que se fabrican de tal forma que tengan una configuración bastante abierta.



GEOMALLAS. <http://www.cjdg.com/upload/product/1/05e-87ce66a8ec56ca66e936075625dcd.jpg>

El proceso de fabricación consiste en la obtención de una lámina gruesa del polímero, la que es perforada siguiendo un patrón regular, luego, en un proceso de temperatura controlada la lámina es elongada en la dirección principal.

El mecanismo principal de la geomalla es la trabazón, que se consigue al penetrar los agregados en

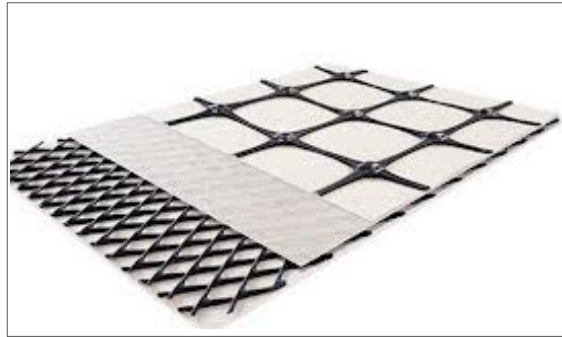




GEOMALLAS.<http://www.tdm.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Geomallas-3.jpg>



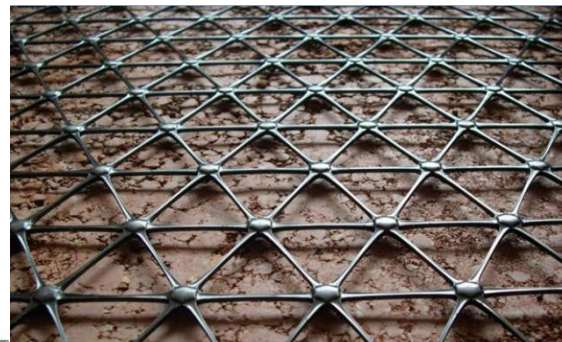
GEOMALLAS.<http://zencotech.com.ve/wp-content/uploads/2011/07/biaxial02.jpg>



GEOMALLAS.http://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/reinforcement-geogrid-60830-1934127.jpg



GEOMALLAS.<http://www.cetco.es/portals/6/images/Lining-Tech%20images/FOTO%201.jpg>



GEOMALLAS.<http://www.icainversiones.com/pics/content/category/585695581.jpg>

las aberturas de la Geomalla, limitando el desplazamiento horizontal de los mismos incrementando con ello la fricción con las capas súper-yacentes; así como la capacidad de las geomallas para absorber y distribuir esfuerzos. En suma, el compuesto suelo-reforzado ofrece mayor resistencia a las cargas estáticas y dinámicas.

Las geomallas son estrechadas en una o dos direcciones para mejorar sus propiedades físicas estas se clasifican en geomallas extruidas uniaxiales y geomallas extruidas biaxiales.

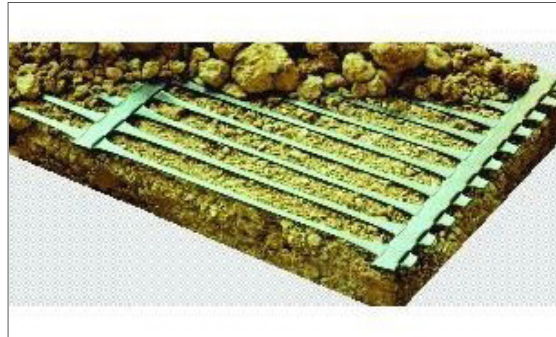
TIPOS:

Las geomallas tienen dos tipos según su aplicación de uso en los proyectos de ingeniería:

GEOMALLAS MONO – ORIENTADAS ó UNIAXIALES:
Este tipo de geomallas posee resistencia a la tensión únicamente en el sentido de fabricación. Su estructura es fuertemente alargada formando elipses alargadas, estas geomallas se aplican en situaciones donde la dirección de los esfuerzos principales mayores es conocida.



GEOMALLA UNIAXIAL. <http://ecomur.com.mx/wp-content/gallery/microrred/micro-detalle.jpg>



GEOMALLA UNIAXIAL. http://static.multipino.es/photoOffer/p/300110_p.jpg



GEOMALLA UNIAXIAL. <http://www.highstarcapital.com/img/investments/profile1.93920.jpg>



GEOMALLA UNIAXIAL. [Http://pic.saigel.com/image/product/20110409/1930/2011040919570439371.jpg](http://pic.saigel.com/image/product/20110409/1930/2011040919570439371.jpg)



GEOMALLA UNIAXIAL. http://www.tensarinternational.com/Systems-Products/~media/Images/Gallery/Structural-Solutions-Walls/Uniaxial_Cover_GREY.ashx?mw=600

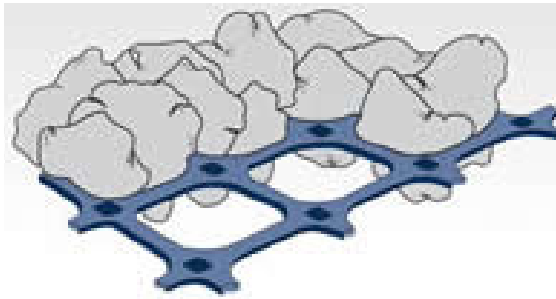


GEOMALLA UNIAXIAL. http://img.diytrade.com/cdi/mg/1283118/15686812/0/1286240049/uniaxial_geogrid.jpg





GEOMALLA BIAxIAL. <http://image.made-in-china.com/2f-0j00aeZEAfGfHpkL/Biaxial-Geogrid-PP-Grid-.jpg>



GEOMALLA BIAxIAL CON ARIDOS http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/jpgg/geogrid_2_insluitmechanisme_interlocking_www_tensar_nl.jpg



APLICACIÓN DE GEOMALLAS EN PAVIMENTOS http://www.inter-drain.net/imatges/refuerzo/malla_refuerzo7_gran.jpg



GEOMALLA BIAxIAL CON ARIDOS. <http://www.tensar.co.uk/Systems-Products/~media/Images/Gallery/Ground-Stabilisation-Biaxial/Tensar-Biaxial-geogrid.ashx?mw=600>



GEOMALLA TENDIDO <http://www.hillcountryculverts.com/wp-content/uploads/2012/08/biaxial-geogrid.jpg>



APLICACIÓN DE GEOMALLAS EN TALUDES. <http://smartsite.tencate.com/TenCate/Geosynthetics/images/application%20images/MSE.JPG>

2. GEOMALLAS BI – ORIENTADAS Ó BIAxIALES:

Son estructuras bidimensionales de polipropileno químicamente inertes con características uniformes y homogéneas dando lugar a una estructura de una sola pieza con distribución uniforme de espacios rectangulares, de alta resistencia a la tracción en sus dos direcciones y de alto modulo de elasticidad, además, permite una óptima trabazón con el suelo.

Este tipo de geomallas se compone de elementos y nudos rígidos que permiten un gran confinamiento y se usan generalmente en la estabilización de suelos blandos. Poseen resistencia a la tensión en el sentido de su fabricación y también en el sentido transversal al anterior. Las geomallas bi-orientadas son efectivas para reforzar suelos granulares y pavimentos rígidos y flexibles.³

VENTAJAS:

- Una gama amplia de resistencia a la tensión.
- Larga vida útil (estimación hasta 120 años).
- Permite tener fachadas paisajísticas (re vegetados).
- Alta resistencias químicas.
- Bajo costo en comparación con estructuras tradicionales.
- Es de fácil transporte y manejo.⁴

3. <http://www.tuberias.mx/geosinteticos.html>

4. CHACÓN JIMBO, Jéssica Tatiana. "USO DE GEOMATERIALES PARA REFORZAMIENTO DE SUELOS". Monografía previa a la obtención del título de Ingeniera civil. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de Cuenca. Cuenca. Septiembre 2012. Pág. 11-14.

5. PAVCO, Geosistemas; de Mexichem. "GEOMALLAS. Coextruidas y con fibra de vidrio. Funciones y aplicaciones.

USOS:

Son elementos estructurales que se utilizan para distribuir la carga que transmiten terraplenes, cimentaciones y pavimentos, así como cargas vivas, sobre terrenos de baja capacidad portante, o bien como elementos de refuerzo a la tensión unidireccional, en muros de contención y taludes reforzados que se construyen por el método de suelo reforzado, además permiten la construcción de ellos con cara vegetada o con cara de bloques de concreto.

Entre las aplicaciones de las geomallas tenemos las siguientes:

- Estabilización de suelos de subrasante y capas granulares con geomallas.
- Muros de contención, taludes de alta pendiente y terraplenes en suelo mecánicamente estabilizado.
- Pavimentación y rehabilitación de pavimentos.
- Diques.
- Ampliación de plataformas.
- Recrecimiento de relaves.
- Geogaviones.
- Terraplenes.
- Estabilización de líneas ferreas.
- Plataformas de patio de contenedores.
- Aeropistas.
- Cimentaciones superficiales.
- Vías pavimentadas.
- Casas de adobe reforzado.⁵



APLICACIÓN DE GEOMALLAS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES.
<http://www.bpindex.co.uk/res/profiles/p4fb5852bc11a8.png>



APLICACIÓN DE GEOMALLAS EN REFUERZO DE CASAS DE ADOBE.
<http://i.ytimg.com/vi/AnrpVPC5SdM/0.jpg>



APLICACIÓN DE GEOMALLAS EN REFUERZO DE CASAS DE ADOBE.
<http://static.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2011/10/1317776437-028-667x1000.jpg>



6 VV.AA., Biblioteca Atrium de la Carpintería, Tomo 1. Los materiales. Colección Técnica de Bibliotecas Profesionales. Ediciones Océano, S.A. Año 1993

1.4 La madera

La madera es, con seguridad, el material natural que, desde los principios de la historia, más ha sido utilizado por el hombre en la construcción. La razón de que esto haya sido posible viene explicada general por su abundancia general en las zonas templadas, el establecimiento de poblaciones en sus cercanías, que se aseguraban tanto energía como medios de construcción y utensilios primarios, su excelente resistencia, su buen comportamiento y duración en uso y, por supuesto, su magnífica trabajabilidad con herramientas sencillas.

Además de ello, la madera presenta, respecto al resto de los materiales de construcción, una ventaja exclusiva por su naturaleza, se trata de un recurso natural renovable, estando el consumo de energía que se utiliza en su proceso de transformación muy por debajo de los del resto de materiales utilizados en este sector y, si bien esto es importante por sí mismo, lo es aún más en la actualidad, en la que en los países desarrollados se produce, afortunadamente, un aumento de la sensibilización social en temas medioambientales, que conlleva al establecimiento de criterios y legislaciones que aseguren, de algún modo, el uso racional de los recursos.

Es un conjunto de células que forman una masa celulosa, lignina, resina, almidón y azúcares que se desarrollan en los árboles dando lugar a la forma cilíndrica que tienen los troncos de estos. El hecho de que la madera proceda de un ser vivo y sea una masa de células produce comportamientos distintos ante los agentes externos. ⁶

Ha sido un material tradicionalmente empleado en la edificación. Los antiguos sistemas constructivos con madera han ido evolucionando a lo largo de los siglos de forma distinta en función de las condiciones climáticas y sociales de cada zona.

Por dicho motivo pueden apreciarse desde sistemas con madera muy simples a sistemas altamente sofisticados y exigentes.



TRONCOS DE MADERA DE PINO. <http://www.arqhys.com/arquitectura/fotos/arquitectura/Tuberias-de-madera.jpg>

En todo caso, en muchos lugares la madera sigue y debe seguir jugando un papel importante en el proceso edificatorio. ⁷

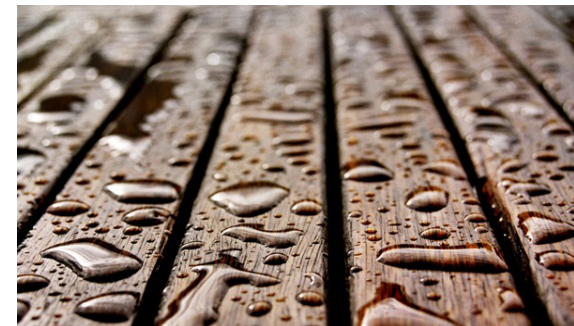
⁷ "CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA", Documento de Aplicación de la CTE (Código técnico de la edificación), España, 2006, Pág. 9



TRONCOS DE MADERA . <http://blogs.lanacion.com.ar/cronicas-del-crimen/files/2012/10/madera.jpg>



CORTE TRANSVERSAL DEL TRONCO DE MADERA . <http://2.bp.blogspot.com/-ykskDQ8xaKw/T0KQ3XwskOI/AAAAAAAAAI0/KR-bX3NzyVOY/s1600/grietas+madera.jpg>



ENDUELADO EXTERIOR DE MADERA . [http://www.maderatratadamac.com/grupomac/images/stories/tratamiento-madera/tratamiento-madera%20\(3\).jpg](http://www.maderatratadamac.com/grupomac/images/stories/tratamiento-madera/tratamiento-madera%20(3).jpg)

Estructura de la madera

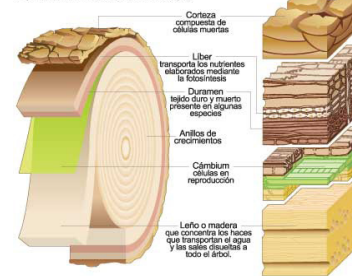
La madera es el componente del tronco de los árboles que tiene como función el sostén de la planta y el transporte de alimentos para el crecimiento de éstos, lo que le da características de porosidad y gran resistencia mecánica.

Dicha sección de los árboles está constituida por varias partes:

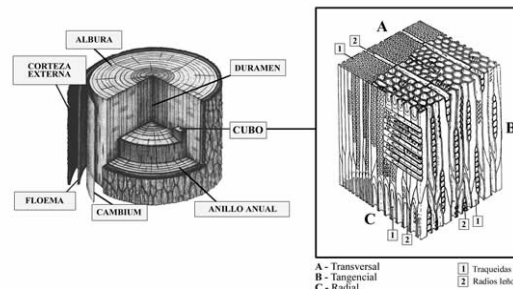
- La Corteza, o capa protectora externa, conformada por tejidos muertos que protege la planta de agentes externos y evita la evaporación del agua del tronco.
- El Cámbium o tejido regenerador –ubicado entre la corteza y la albura– y que produce la corteza hacia fuera y la madera hacia adentro.
- El Sámago o la albura, parte viva de la madera, ubicada entre el duramen y el cámbium de consistencia más blanda y más joven que el duramen y seca más rápido.
- El Duramen (madera de corazón) o parte interna del tronco conformado generalmente de tejido muerto –más oscura que la albura y de secamiento más lento y cuya delimitación puede ser muy difícil de determinar en ocasiones. Finalmente está la Médula, o núcleo central, madera dura, irregular, que tiende a secar con defectos al igual que la madera cercana al mismo y que a veces puede ser también, extremadamente blanda y parecerse al corcho.

El esqueleto de un árbol

Cada árbol tiene al menos un tronco que se inicia después de las raíces y termina en una copa de múltiples ramas. Desde su parte externa al interior, está formado por:



ESQUELETO DE UN ARBOL . <http://www.aulatecnologia.com/ESO/SEGUNDO/teoria/madera/jpg/madera.jpg>



ESTRUCTURA INTERNA DE UN ARBOL <http://www.paleobotanica.uchile.cl/images/diagramacorte.jpg>

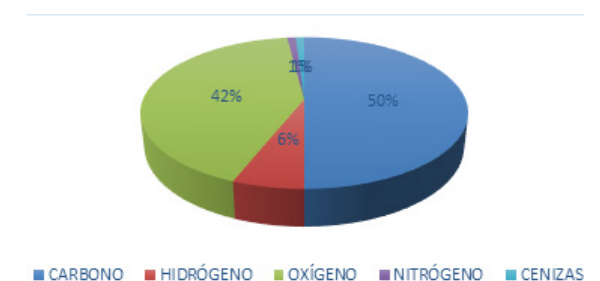


ESTRUCTURA INTERNA DE UN ARBOL http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/stem5_4.jpg

Composición química de la madera

La composición química de la madera es del 50% de carbono, 6% de hidrógeno, 42 % de oxígeno, 1 % de nitrógeno y 1 % de cenizas. El 50 % de la madera está formada por celulosa, el 30 % por lignina, más rica en carbono y de carácter aromático, y el resto por la hemicelulosas, materias tánicas, colorantes, resinas y albúminas.

COMPOSICIÓN DEL SUELO	
carbono	50 %
hidrógeno	6 %
oxígeno	42 %
nitrógeno	1 %
cenizas	1 %



COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MADERA. CARANGUI, Silvana y otros. "ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA" págs. 2 – 42



Propiedades de la madera

La madera elaborada a través de un proceso de aserrío se denomina pieza de madera y posee propiedades definidas.

PROPIEDADES BÁSICAS

Independientemente de la especie, la madera puede ser considerada como un material biológico, anisotrópico e higroscópico.

a) MATERIAL BIOLÓGICO Porque está compuesto principalmente por moléculas de celulosa y lignina, por ello puede ser un material biodegradable por el ataque de hongos e insectos xilófagos, como la polilla. Debido a esto la madera debe tener un especial tratamiento de protección que garanticen su durabilidad en el tiempo en relación con los otros materiales inorgánicos (ladrillo, acero, hormigón entre otros).

b) MATERIAL ANISOTRÓPICO Según sea el plano o dirección que se considere respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta resultados dispares y diferenciados. Para tener una idea de cómo se comporta, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal.

Debido a este comportamiento estructural tan desigual, se ha hecho necesario establecer:

- Eje Tangencial, es tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular al eje longitudinal de la pieza.
- Eje Radial, es perpendicular a los anillos de

crecimiento y al eje longitudinal de la pieza.

- Eje Axial o Longitudinal, es paralelo a la dirección de las fibras y por ende al eje longitudinal del tronco.

c) MATERIAL HIGROSCÓPICO porque tiene la capacidad de captar y ceder humedad en su medio, proceso que depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente. Este comportamiento es el que determina y provoca cambios dimensionales y deformaciones en la madera.

PROPIEDADES FÍSICAS

a) CONTENIDO DE HUMEDAD La madera contiene agua de constitución, inerte a su naturaleza orgánica, agua de saturación, que impregna las paredes de los elementos leñosos, y agua libre, absorbida por capilaridad por los vasos y traqueidas.

Como la madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. El agua libre desaparece totalmente al cabo de un cierto tiempo, quedando, además del agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmósfera que rodee a la madera, hasta conseguir un equilibrio, diciéndose que la madera está secada al aire.

La humedad de la madera varía entre límites muy amplios. En la madera recién cortada oscila entre el 50 y 60 por ciento, y por imbibición puede llegar hasta el 250 y 300 por ciento. La madera secada al aire contiene del 10 al 15 por ciento de su peso de agua, y como las distintas mediciones físicas están afectadas por el tanto por ciento de humedad, se ha convenido en referir los diversos ensayos a una humedad media internacional de 15 por ciento.

La humedad de las maderas se aprecia, además del procedimiento de pesadas, de probetas, húmedas y desecadas, y el colorimétrico, por la conductividad eléctrica, empleando girómetros eléctricos. Estas variaciones de humedad hacen que la madera se hinche o contraiga, variando su volumen y, por consiguiente, su densidad.

b) DENSIDAD

La densidad de un cuerpo es el cociente formado por masa y volumen. En la madera, por ser higroscópica, la masa y el volumen varían con el contenido de humedad; por lo que resulta importante expresar la condición bajo la cual se obtiene la densidad. Esta es una de las características físicas más importantes, ya que está directamente relacionada con las propiedades mecánicas y durabilidad de la madera. Se puede determinar la densidad, estableciendo las siguientes densidades de la madera, determinadas a partir del contenido de humedad de la pieza:

- DENSIDAD ANHIDRA donde se relaciona la masa y el volumen de la madera anhidra (completamente seca).
- DENSIDAD NORMAL es aquella que relaciona la masa y el volumen de la madera con un contenido de humedad del 12%.
- DENSIDAD BÁSICA que relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con humedad igual o superior al 30%.
- DENSIDAD NOMINAL es la que relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con un contenido de humedad del 12%.
- DENSIDAD DE REFERENCIA Aquella que relaciona la masa y el volumen de la madera ambos con igual contenido de humedad.

Las maderas se clasifican por su densidad aparente en pesadas si el valor es mayor de 0,8; ligeras, si está comprendida entre 0,5 y 0,7 y muy ligeras las menores de 0,5.

c) CONTRACCIÓN E HINCHAMIENTO DE LA MADERA

La madera cambia de volumen según la humedad que contiene. Cuando pierde agua, se contrae o merma, siendo mínima en la dirección axial o de las fibras, no pasa del 0.8 por ciento; de 1 a 7.8 por ciento, en dirección radial, y de 5 a 11.5 por ciento, en la tangencial.

La contracción es mayor en la albura que en el corazón, originando tensiones por desecación que agrietan y alabea la madera.

El hinchamiento se produce cuando absorbe humedad. La madera sumergida aumenta poco de



PIEZA DE MADERA CON TERMITAS. http://4.bp.blogspot.com/-8S-MATNmThQ/T9zdkD7VRR/AAAAAAAAA6c/I9ExV_E6tIY/s1600/hongos+madera.jpg

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA													
NOMBRE COMÚN	CONT. DE HUMEDAD		DENSIDAD				CONTRACCIÓN NORMAL			CONTRACCIÓN TOTAL			
	VERDE	SECADA AL AIRE	VERDE	SECADA AL AIRE	ANHIDRA	BÁSICA	RADIAL	TANGENCIAL	VOLUMÉTRICA	RADIAL	TANGENCIAL	VOLUMÉTRICA	RELACIÓN
	%	%	g/cm3	g/cm3	g/cm3	g/cm3	%	%	%	%	%	%	TR
1. CHANUL	68,3	12	1,12	0,83	0,8	0,66	4,4	6,6	10,6	7,1	10,0	16,5	1,4
2. EUCALIPTO	111,6	12	1,16	0,73	0,7	0,55	4,4	10,8	14,7	6,7	14,2	19,9	2,2
3. FERNÁN SÁNCHEZ	83,7	12	0,97	0,63	0,6	0,53	2,3	4,8	7,0	4,3	8,0	12,0	1,8
4. GUAYACÁN PECHICHE	60,9	12	1,22	0,88	0,86	0,76	1,2	2,2	3,4	4,3	8,2	12,1	2,0
5. MASCAREY	84,8	12	1,08	0,77	0,74	0,59	4,3	10,4	14,2	6,4	13,6	19,1	2,2
6. PINO INSIGNE	162,8	12	1,04	0,48	0,45	0,39	3,0	5,2	8,0	4,6	7,7	11,9	1,7
7. ROMERILLO AZUCENO	101,9	12	0,89	0,53	0,51	0,44	2,4	4,3	6,5	4,9	8,0	12,5	1,7
8. ROMERILLO FINO	59,4	12	0,91	0,68	0,64	0,57	1,6	3,2	4,8	3,2	5,7	8,7	1,9
9. SEIQUE	105	12	0,75	0,45	0,42	0,37	2,5	5,4	7,7	4,1	8,3	12,0	2,1
10. YUMBINGUE	78,9	12	1,08	0,74	0,7	0,61	3,0	5,5	8,4	5,1	8,6	13,3	1,7

TABLA 2: PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DEL ECUADOR. FUENTE: CARANGUI, Silvana y otros. "ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA"; págs. 2 – 42.

volumen en sentido axial o de las fibras, y de un 2.5 al 6 por ciento en sentido perpendicular; pero en peso, el aumento oscila del 50 al 150 por ciento. La madera aumenta de volumen hasta el punto de saturación (20 a 25 por ciento de agua), y a partir de él no aumenta más de volumen, aunque siga absorbiendo agua. Hay que tener muy presente estas variaciones de volumen en las piezas que hayan de estar sometidas a oscilaciones de sequedad y humedad, dejando espacios necesarios para que los empujes que se produzcan no comprometan la estabilidad de la obra.

d) DUREZA

La dureza de la madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavar, etc. Depende de su densidad, edad, estructura y si se trabaja en sentido de sus fibras o en el perpendicular.

Cuanta más vieja y dura es, mayor la resistencia que opone. La madera de corazón tiene mayor resistencia que la de albura: la crecida lentamente obtiene una mayor resistencia que la madera que crece de prisa.

Por su dureza se clasifican en:

- Muy duras
- Bastante duras
- Algo duras
- Blandas
- Muy blandas

e) HENDIBILIDAD

Es la propiedad que tiene la madera de resistir a la



rajadura o corte en sentido de sus fibras, paralelos al eje del tronco. El rajado es más fácil en sentido de los radios, por ello mientras más dura, densa, carezca de nudos, tenga fibras rectas, la madera es más hendible.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS

La madera anhidra es un excelente aislante eléctrico, propiedad que decae a medida que aumenta el contenido de humedad. En estado anhidro y a temperatura ambiental, la resistencia eléctrica es de aproximadamente 1016 ohm-metro, decreciendo a 104 ohmmetro, cuando la madera está en estado verde. Esta gran diferencia se produce cuando el contenido de humedad varía entre 0% y 30 %, base

para el diseño de los instrumentos eléctricos que miden humedad (xilohigrómetros).

La conductividad es mayor en el sentido longitudinal que en radial o transversal, y más en las maderas pesadas que en las ligeras o porosas, por lo cual se emplean como aisladores térmicos en los pavimentos y paredes.

PROPIEDADES ACÚSTICAS

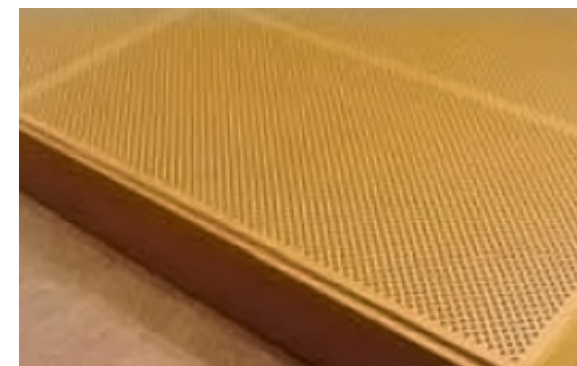
La madera, como material de construcción, cumple un rol acústico importante en habitaciones y aislación de edificios, ya que tiene la capacidad de amortiguar las vibraciones sonoras. Su estructura celular porosa transforma la energía sonora en calórica, debido al roce y resistencia viscosa del medio, evi-

tando de esta forma transmitir vibraciones a grandes distancias. La madera absorbe el 70% y devuelve el 30% de las ondas sonoras.

PROPIEDADES TÉRMICAS

La madera es un material aislante, ya que no transmite su temperatura debido a su composición, la madera que posee más lignina es mejor aislante térmico, al igual que aquellas que son más densas son menos aislantes y las menos densas tienen mayor aislamiento. No existe un material acústico y térmico a la vez ya que el sonido viaja por el aire y el calor no lo hace.

NORMAS EMPLEADAS EN LOS ENSAYOS FÍSICO MECÁNICOS						
NORMAS	PAÍSES DE LA SUBREGIÓN					
	BOLIVIA	COLOMBIA BOGOTÁ	COLOMBIA MEDELLÍN	ECUADOR	PERÚ	VENEZUELA
1. Selección y colección de muestras	COPANT-30:1-001	COPANT-30:1-001	COPANT R-458	COPANT R-458	ITINTEC 251-008	COPANT R-458
2. Acondicionamiento de las muestras	COPANT R-459	COPANT R-459	COPANT R-459	COPANT R-459	ITINTEC 251-009	COPANT R-459
3. Contenido de humedad	COPANT R-460	COPANT R-460	COPANT R-460	COPANT R-460	ITINTEC 251-010	COPANT R-460
4. Densidad	COPANT R-461	COPANT R-461	COPANT R-461	COPANT R-461	ITINTEC 251-011	COPANT
5. Contracción	COPANT R-462	COPANT R-462	COPANT R-462	COPANT R-462	ITINTEC 251-012	COPANT
6. Flexión estática	COPANT-30:1-006	ASTM D-143	ASTM D-143	ASTM D-143	ITINTEC 251-017	ASTM D-143
7. Compresión paralela	COPANT R-464	ASTM D-143	ASTM D-143	ASTM D-143	ITINTEC 251-014	ASTM D-143
8. Compresión perpendicular	COPANT R-466	COPANT-30:1-001	COPANT R-466	COPANT R-466	ITINTEC 251-016	COPANT R-466
9. Cizallamiento	COPANT R-463	COPANT R-463	COPANT R-463	COPANT R-463	ITINTEC 251-013	COPANT R-463
10. Dureza	COPANT R-465	COPANT R-465	COPANT R-465	COPANT R-465	ITINTEC 251-016	COPANT R-465
11. Tenacidad	AFNOR	DIN 52 189	COPANT-30:1-010	COPANT-30:1-010	ITINTEC 251-018	COPANT



LAMINA DE MADERA AISLANTE ACÚSTICO <http://www.i-on.cl/css/i/madera2.jpg>

TABLA 3: NORMAS EN LOS ENSAYOS FÍSICO MECÁNICOS. FUENTE: CARANGUI, Silvana y otros. "ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA"; págs. 2 – 42.

NORMAS EMPLEADAS EN LOS ENSAYOS FÍSICO MECÁNICOS													
NOMBRE COMÚN	DENSIDAD BÁSICA	CONDICIÓN	FLEXIÓN ESTÁTICA			COMPR. PAR. PER.		CIZALLAMIENTO		DUREZA		TENACIDAD	
			ELP	MOR	MOE	ER	EPL	RADIAL ER	TAN. ER.	LADOS	EXTREMOS	RADICAL	TANGENCIAL
	gr/cm3		kg/cm3	kg/cm3	t/cm3	kg/cm3	kg/cm3	kg/cm3	kg/cm3	kg	kg	kg.m	kg.m
1. CHANUL	0,66	VERDE	526	963	143	428	60	88		557	609	3,42	
		SECO 12	687	1354	174	694	94	146		753	883	3,47	
2. EUCALIPTO	0,55	VERDE	383	702	104	288	58	97		478	480	4,81	
		SECO 12	509	1068	138	470	80	117		442	557	3,45	
3. FERNÁN SÁNCHEZ	0,53	VERDE	344	719	111	334	58	92		411	465	2,28	
		SECO 12	489	1019	128	516	62	108		484	667	2,64	
4. GUAYACÁN PECHICHE	0,76	VERDE	544	909	132	441	99	94		587	533	5,39	
		SECO 12	753	1586	171	710	84	97		811	720	3,31	
5. MASCAREY	0,59	VERDE	321	723	113	309	41	71		405	444	2,16	
		SECO 12	631	1354	148	679	76	124		667	1017	2,83	
6. PINO INSIGNE	0,39	VERDE	116	252	45	98	26	46		191	198	2,74	
		SECO 12	293	664	76	290	70	85		264	328	1,58	
7. ROMERILLO AZUCENO	0,44	VERDE	236	538	78	251	44	69		270	327	2,20	
		SECO 12	397	781	87	387	72	107		323	521	1,64	
8. ROMERILLO FINO	0,57	VERDE	266	604	73	338	69	103		472	494	3,64	
		SECO 12	423	1016	96	473	86	116		452	677	2,05	
9. SEIQUE	0,37	VERDE	238	439	67	186	36	56		240	293	1,56	
		SECO 12	328	698	90	333	41	81		267	417	2,16	
10. YUMBINGUE	0,61	VERDE	491	844	115	356	63	99		554	580	3,76	
		SECO 12	578	1239	143	546	78	142		583	787	3,17	

FOTO 17 ADOBE MADERA . http://3.bp.blogspot.com/-8Ji-YTe2Nhk/TWZ2q33PwUI/AAAAAAAAADc/Xi5XRSIUNfi/s400/101_4594.JPG

PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas de la madera determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas, es decir cualquier esfuerzo externo que altere su forma, dimensión o la deforme.

El conocimiento de las propiedades mecánicas de la madera se obtiene a través de la experimentación, mediante ensayos que se aplican al material, y que determinan los diferentes valores de esfuerzos a los que puede estar sometida.

El esfuerzo que soporta un cuerpo por unidad de superficie es la llamada tensión unitaria. Cuando la carga aplicada a un cuerpo aumenta, se produce una deformación que se incrementa paulatinamen-

te. Esta relación entre la carga aplicada y la deformación que sufre un cuerpo se puede representar gráficamente por una recta, hasta el punto donde se inicia el límite elástico del material ensayado.

Al principio del estiramiento, la deformación es proporcional al esfuerzo, es zona de validez de la Ley de Hooke. Esto ocurre hasta que el esfuerzo aplicado alcanza un valor llamado Límite de proporcionalidad.

Si el material es sometido hasta este valor de esfuerzo, al suprimir el mismo, el material retoma su forma original sin sufrir deformación permanente.

Más allá del Límite de proporcionalidad, la gráfica se desvía de la recta y no existe una relación sencilla entre carga y deformación. Sin embargo, hasta el límite

elástico, el objeto regresará a su longitud original si se remueve la fuerza aplicada, es decir los esfuerzos aplicados no producen deformaciones permanentes en el material. La zona desde el origen hasta el límite elástico se llama zona elástica.

Si el objeto se somete a un esfuerzo más allá del límite elástico, entra a la región plástica y no regresará a su longitud original al retirar la fuerza aplicada, sino que quedará permanentemente deformado. Si el esfuerzo continuo incrementándose más allá del límite elástico, se alcanza el punto de ruptura.

Entre el límite elástico y el punto de ruptura, a menudo existe una zona de fluencia, donde el material se deforma fácilmente, sin necesidad de aumentar el esfuerzo (región plana de la curva).



CARGA DEFORMACIÓN. FUENTE: CARANGUI, Silvana y otros. "ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA".

a) Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra:

Las fibras están sometidas a un esfuerzo perpendicular a su eje y que tiende a comprimir las pequeñas cavidades contenidas en ellas. Esto permite que se pueda cargar la madera sin que ocurra una falla claramente distinguishible. Al incrementarse la magnitud de la carga la pieza se va comprimiendo (aplastando los pequeños cilindros que semejan las fibras), aumentando su densidad y también su misma capacidad para resistir mayor carga.

La resistencia está caracterizada por el esfuerzo al límite proporcional. Este varía entre 1/4 a 1/5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela.

Su resistencia a compresión perpendicular a la fibra es muy inferior a la de la dirección paralela. Sus

valores característicos varían entre 43 y 57 kg/cm², lo que representa la cuarta parte de la resistencia en dirección paralela a la fibra.

Este tipo de esfuerzo es característico de las zonas de apoyo de las vigas, donde se concentra toda la carga en pequeñas superficies que deben ser capaces de transmitir la reacción sin sufrir deformaciones importantes o aplastamiento.



RESISTENCIA PERPENDICULAR A LA FIBRA. CARANGUI, Silvana y otros. "ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA";

b) Resistencia a la compresión paralela:

La madera presenta gran resistencia a los esfuerzos de compresión paralela a sus fibras. Esto proviene del hecho que las fibras están orientadas con su eje longitudinal en esa dirección y que a su vez coincide, o está muy cerca de la orientación de las microfibrillas que constituyen la capa media de la pared celular. Esta es la capa de mayor espesor de

las fibras. Los esfuerzos de trabajo que se dan para la compresión paralela al hilo se aplican a postes, columnas y puntales.

La resistencia a la compresión paralela a las fibras en la madera es aproximadamente la mitad que su resistencia a la tracción. Valores del esfuerzo de rotura en compresión paralela a las fibras para ensayos con probetas de laboratorio varían entre 100 y 900 Kg/cm² para maderas tropicales.

Esta variación es función de la densidad (entre 0.2 y 0.8 de D.B.). El esfuerzo en el límite proporcional es aproximadamente el 75 por ciento del esfuerzo máximo y la deformación es del orden del 60% de la máxima.

Para comprender el comportamiento mecánico de la madera es preciso tener presente la constitución anatómica de la misma. El ensayo principal en la madera es el de compresión, del cual se pueden deducir las demás características mecánicas en forma simplificada.



RESISTENCIA COMPRESIÓN PARALELA. CARANGUI, Silvana y otros. "ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA";

c) Flexión estática:

Es la resistencia de la viga a una carga puntual, aplicada en el centro de la luz, determinando la tensión en el límite de proporcionalidad, tensión de rotura y el módulo de elasticidad.

El límite de proporcionalidad de la madera puede variar entre los 300 – 500 kg/cm² en estado verde y desde los 300 700 kg/cm² en estado seco al 12%.

d) Resistencia a la flexión paralela al grano:

La diferencia entre la resistencia a la tracción y a la compresión paralela resulta en un comportamiento característico de las vigas de madera en flexión. Como la resistencia a la compresión es menor que a la tracción, la madera falla primero en la zona de compresión. Con ello se incrementan las deformaciones en la zona comprimida, el eje neutro se desplaza hacia la zona de tracción, lo que a su vez hace aumentar rápidamente las deformaciones totales; finalmente la pieza se rompe por tracción. En vigas secas, sin embargo, no se presenta primeramente una falla visible de la zona comprimida sino que ocurre directamente la falla por tracción.

En ensayos de probetas libres de defectos los valores promedios de la resistencia a la flexión varían entre 200 y 1700 kg/cm² dependiendo de la densidad de la especie y del contenido de humedad.

e) Resistencia al cizalle paralelo a las fibras:

En elementos constructivos el esfuerzo por corte o cizallamiento se presenta cuando las piezas están sometidas a flexión (corte por flexión). Los análisis teóricos de esfuerzos indican que en un punto

dado los esfuerzos de corte son iguales tanto a lo largo como perpendicularmente al eje del elemento. Como la madera no es homogénea, sino que sus fibras se orientan por lo general con el eje longitudinal de la pieza, presenta distinta resistencia al corte en estas dos direcciones. Perpendicularmente a las fibras la resistencia es de tres a cuatro veces mayor que en la dirección paralela.

El esfuerzo de rotura en probetas sometidas a corte paralelo varía entre 25 y 3200 kg/cm² en promedio. Es mayor en la dirección radial que en la tangencial. Aumenta con la densidad aunque en menor proporción que la resistencia a la compresión.

En elementos a escala natural hay una disminución por la presencia de defectos como por la influencia del tamaño de las piezas. Por otro lado este esfuerzo casi siempre se presenta combinado con otros lo que puede resultar en menores valores.

f) Clivaje tangencial y radial

El clivaje es la resistencia que ofrece la madera al ramamiento. Puede ser tangencial y radial, dependiendo de la ubicación de los anillos de crecimiento.

- CLIVAJE TANGENCIAL.- Plano de falla es tangente a los anillos de crecimiento.
- CLIVAJE RADIAL.- Es aquel en que el plano de falla es normal a los anillos de crecimiento.

g) Resistencia a la tracción paralela a las fibras:

La resistencia a la tracción paralela en especímenes pequeños libres de fallas es aproximadamente 2 veces la resistencia a la compresión paralela, se

puede observar el comportamiento lineal y elástico de la curva de esfuerzo – deformación, se observa también la naturaleza explosiva y violenta con la que se produce la falla. El valor típico que caracteriza este ensayo es el esfuerzo de rotura que varía entre 500 y 1500 kg/cm². La resistencia a tracción paralela es afectada significativamente por la inclinación del grano. Por ejemplo, para una inclinación de 7° el esfuerzo de rotura es el 75 % del esfuerzo de rotura paralela al grano, para una inclinación de 14° el esfuerzo de rotura es solo el 45 por ciento. El esfuerzo de rotura perpendicular al grano 90° es del 2 al 5% del esfuerzo de rotura paralelo al grano. Para efectos prácticos la resistencia a la tracción perpendicular es nula. La influencia de otros defectos característicos de la madera hace que la resistencia de elementos a escala real puede ser tan baja como un 15% del esfuerzo de rotura en tracción en probetas.

h) Resistencia a la tracción perpendicular a la fibra

La resistencia de la madera a la tracción perpendicular es muy baja del orden de 30 a 70 veces menos que en la dirección paralela. El valor característico de la resistencia a tracción perpendicular es de 0,0306 a 0,0408 kg/cm².

Esta baja resistencia se justifica por las escasas fibras que tiene la madera en la dirección perpendicular al eje del árbol y la consiguiente falta de trabazón transversal de las fibras longitudinales. Este hecho que podríamos denominar como de economía, es coherente con las reducidas necesidades del árbol en esa dirección. En la práctica y aplicado a las estructuras, esta sollicitación resulta crítica únicamente en piezas de dirección curva (arcos, vigas curvas, etc.)





Estas tensiones de tracción también se pueden producir como consecuencia de la coacción de libre movimiento transversal de la madera en soluciones constructivas incorrectas, que pueden ser evitadas fácilmente con el conocimiento del material.

i) Dureza

La dureza de la madera es la resistencia que opone al rayado, desgaste, clavado, etc. Depende de su edad, densidad, estructura y si se trabaja en el sentido de las fibras o perpendicular. Cuanta más vieja y dura es, mayor resistencia opone. La madera de la médula es más dura que la de la albura.

j) Extracción de clavo

Se mide su resistencia por la fuerza necesaria para extraer un clavo de la madera. Se debe considerar la resistencia al desclave en una superficie paralela a las fibras y en una superficie normal a las fibras.¹²

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL EN MADERA

(NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC – 11 CAPÍTULO 7: Construcción en made-

La madera como material de construcción

La madera es un material ANISOTRÓPICO, y más propiamente ORTOTRÓPICO, lo cual obliga a tener presente la orientación de las solicitaciones con relación al material: paralela y perpendicular a la fibra.

El comportamiento de la madera a la aplicación de los esfuerzos no sigue, en general, la Ley de Hooke, misma que dice que cuando un objeto se somete a fuerzas externas, sufre cambios de tamaño, de forma o de ambos; sin embargo para los niveles de sollicitación a los que normalmente se la utiliza se puede asumir un comportamiento elástico-lineal. Por lo que se recomienda que el diseño en Madera se lo efectúe con la clásica Teoría Elástica, ya que se cuenta con información, respaldada con investigaciones, de las propiedades Físico - Mecánicas.

No se recomienda, al estado actual del conocimiento del material, el diseño al Estado Límite, por no contar con información confiable que permita una razonable seguridad de las estructuras, debido a la gran cantidad de especies latifoliadas de nuestro medio. De manera general, que el diseño en madera se lo haga con madera aserrada. El diseño con madera rolliza debe intentarse si se dispone de información de laboratorio que respalde el diseño en ese estado del material.

De otro lado se pueden usar piezas estructurales de madera laminada, a condición de disponer información consistente de los adhesivos y de la técnica para la elaboración de las piezas: vigas, columnas, pórticos etc. Debe ponerse énfasis en las uniones de las láminas que conformarán la pieza, a fin de garantizar la continuidad de su resistencia.

El diseño Elástico se sustenta en la adopción de ESFUERZOS ADMISIBLES. Por lo que los elementos estructurales deben diseñarse para que los esfuerzos resultantes de la aplicación de las cargas de servicio sean menores, o a lo más iguales, a los esfuerzos admisibles del material.

Esfuerzos admisibles

Para el diseño estructural deberá usarse los esfuerzos admisibles que consta el MANUAL DE DISEÑO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO, porque son consecuencia de un proceso de ensayos con maderas de la Subregión. Los valores indicados están respaldados por un número grande de repeticiones lo cual le da confiabilidad.

De numerosas investigaciones se tiene establecido que hay una estrecha relación entre la densidad (densidad básica) y la resistencia a los diferentes esfuerzos del material, es así que en el Manual de Diseño indicado constan tres grupos para madera estructural "A", "B" y "C", que corresponden a las densidades: Alta, Mediana y Baja según se indica:

"A" densidad básica comprendida entre 0.71 a 0.90.

"B" densidad básica comprendida entre 0.56 a 0.70; y,

"C" densidad básica comprendida entre 0.40 a 0.55.

Nuevas especies de madera cuyas densidades básicas se conozcan, se pueden incluir en uno de los grupos estructurales que corresponda.

ESFUERZOS ADMISIBLES										
GRUPO	FLEXIÓN		TRACCIÓN PARALELA		COMPRESIÓN PARALELA		COMPRESIÓN PERPENDICULAR		CORTE PARALELO	
	fm		ft		fc		fc 1		fv	
	M Pa	kg/cm2	M Pa	kg/cm2	M Pa	kg/cm2	M Pa	kg/cm2	M Pa	kg/cm2
A	21	210	14,5	145	14,5	145	4,8	48	1,5	15
B	15	150	10,5	105	11,0	110	2,8	28	1,2	12
C	10	100	7,5	75	8,0	80	1,5	15	0,8	8

* Estos esfuerzos son para madera húmeda y pueden ser utilizados en madera seca.

ESFUERZOS ADMISIBLES. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC – 11 CAPÍTULO 7: Construcción en madera

- Módulo de elasticidad o módulo de young

Los valores del módulo de elasticidad para los tres grupos estructurales, que constan en el Manual, serán los que se usarán para el dimensionamiento de elementos en flexión, y para elementos en compresión y tracción paralelos a las fibras.

Se incluyen dos valores para “E” el valor mínimo será válido para el cálculo de elementos individuales tales como vigas o columnas, el valor promedio es adecuado para el diseño de elementos en los que exista una acción de conjunto, por ejemplo en viguetas para entablados y pies derechos en tabiques y/o entramados.⁸

MÓDULO DE ELASTICIDAD				
GRUPO	E mínimo		E promedio	
	M Pa	kg/cm2	M Pa	kg/cm2
A	9500	95.000	13000	130.00
B	7500	75.000	10000	100.00
C	5500	55.000	9000	90.00

MÓDULO DE ELASTICIDAD. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC – 11 CAPÍTULO 7: Construcción en madera

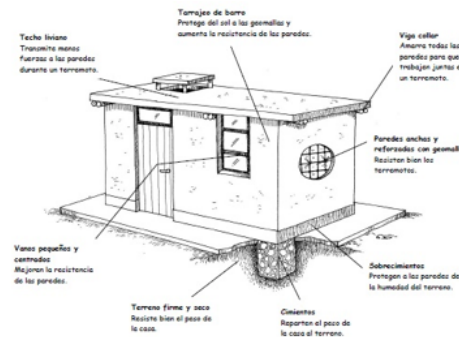
8. CARANGUI, Silvana y otros. “ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA”; Tesis previa a la obtención del título de Arquitecto; Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Cuenca, 2010; págs. 2 – 42.

9. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC – 11 CAPÍTULO 7: Construcción en madera

1.5 Sistema mixto geomalla y madera

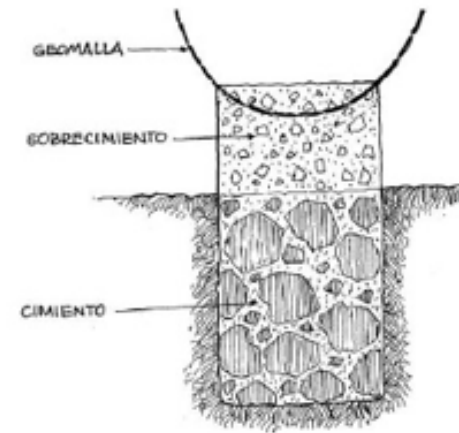
Para la comprensión del sistema construcción con adobe reforzado con geomallas, citaremos al “MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS” de la Pontifica Universidad Católica del Perú y su autor el Dr. Marcial Blondet entre otros. Este reúne paso a paso, cómo construir una vivienda con todos los aspectos básicos del sistema constructivo.⁹

El sistema de geomalla sirve para el confinamiento del muro de adobe. Una vivienda de adobe sismoresistente es capaz de resistir adecuadamente los terremotos. Está construida en una zona segura y con materiales de buena calidad. La siguiente figura muestra los aspectos básicos de una vivienda de adobe sismoresistente.



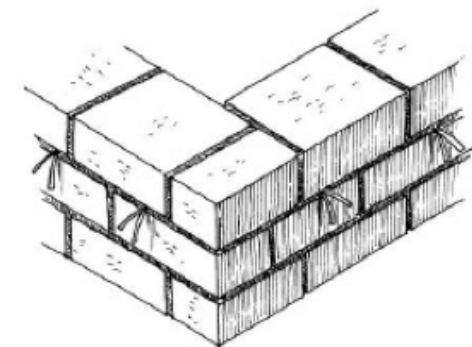
ASPECTOS GENERALES DE LA VIVIENDA SISMORESISTENTE
Fuente: al “MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS” de la Pontifica Universidad Católica del Perú y su autor el Dr. Marcial Blondet entre otros.

- Los cimientos y sobrecimientos están hechos con una mezcla de cemento, hormigón y piedra para que sean más resistentes y durables.



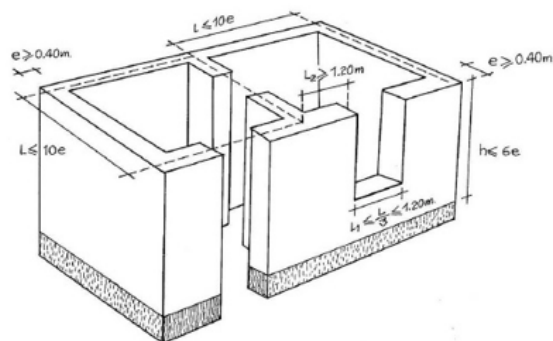
CIMENTOS. Fuente: al “MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS” de la Pontifica Universidad Católica

- Las paredes están hechas con adobes anchos y resistentes, de acuerdo al sector varían en sus medidas.



MURO DE ADOBE. FUENTE: AL “MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS” DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

- La distribución de paredes es regular para que la vivienda sea resistente por todos sus lados. Una vivienda sismoresistente sigue las siguientes recomendaciones:



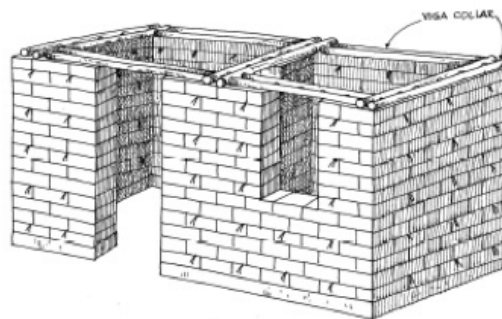
ASPECTOS GENERALES PARA UNA CORRECTA DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

Por ejemplo, una casa con adobe con paredes de 40cm de ancho tendrá:

1. Paredes de 4,00 m de largo (entre paredes transversales) como máximo (Longitud menor o igual a 10 anchos).
2. Paredes de 2,40 m de altura como máximo (altura menos o igual a 6 anchos).
3. Vanos centrados de 1,20 m de largo como máximo (ancho de vano menor o igual a 1,20m)
4. Se recomienda que la vivienda en lo posible sea de un solo piso ya que no resisten adecuadamente a los movimientos de terremotos.

- Sobre todas las paredes se coloca una viga collar de madera, se recomienda el uso de Eucalipto de-

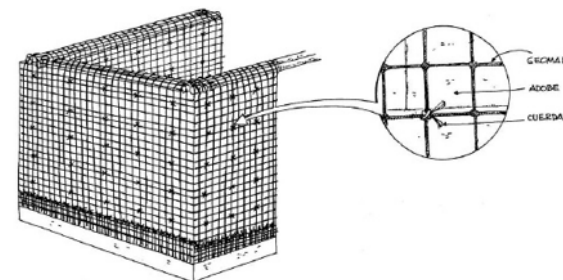
bido a la bondad de sus propiedades. De esta manera se amarran las paredes y permite que la casa resista a un terremoto ya que los muros trabajan juntos.



VIGA COLLAR. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

- Las paredes están reforzadas con mallas de polipropileno muy resistentes, llamadas geomallas. Las geomallas envuelven completamente todas las paredes de adobe haciéndolas más resistentes y evitando que se caigan durante un terremoto. Las geomallas se compran por rollos. Cada rollo mide entre 3 y 5 metros de ancho y entre 50 y 100 metros de longitud. Se consigue bajo pedido.

- Las geomallas se fijan a las paredes de la vivienda a través de cuerdas que se colocan durante la construcción de los muros, mismas que reciben el nombre de rafias debido al material que se usa y que tiene el mismo nombre, pero puede utilizarse cintas de agua (utilizadas para envolver regalos), soguillas de plástico o nylon. Finalmente previo al tarrajeo se sujeta con grapas de metal para la perfecta unión de la malla al muro.



AMARRE DE GEOMALLA. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

- Las paredes se tarrajean con barro. El tarrajeo protege la geomalla del sol y le da mayor resistencia a las paredes. Además, el tarrajeo de la un mejor acabado y se coloca en 2 capas la primera de 2cm con paja de 15cm y la segunda de terminado de 0,5 cm con paja de 2,5 cm para el acabado final.



TARRAJEO DE MUROS. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

Construcción de muros de adobe con refuerzo de geomalla y viga collar de madera

1. Se construye un escantillón, que es una regla de madera que tiene marcas con la altura de cada hilada de adobe. Las marcas deben estar espaciadas de acuerdo a la altura del adobe a usar más el espesor de la junta horizontal, por lo general 2cm.



CONSTRUCCIÓN DE ESCANTILLÓN. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

2. Se prepara el mortero de barro para el asentado de adobes con la mezcla de tierra y paja con proporción 10/1.



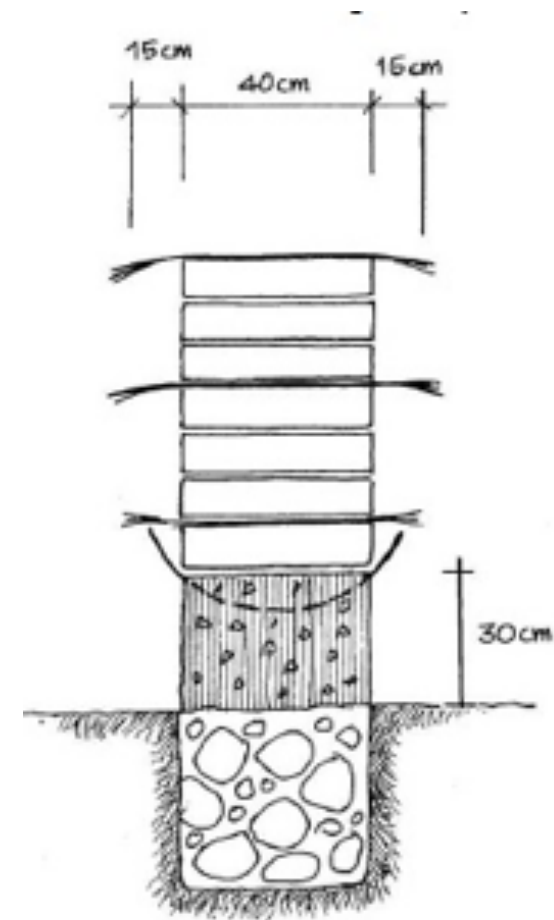
PREPARACIÓN DE MORTERO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

3. Se toma 2 adobes para que sean los adobes maestros. Se remojan durante 5 segundos y se colocan sobre una capa de mortero de 2cm de acuerdo al emplantillado. Colocar un cordel entre los adobes maestros que sirva de guía para el asentado de los demás adobes. Luego, completa la primera hilada.



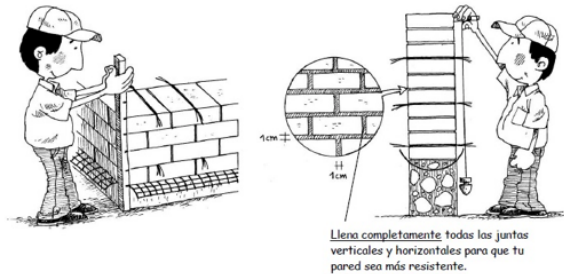
CONSTRUCCIÓN PRIMERA HILADA. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

4. Sobre la primera hilada se coloca un grupo de 4 cuerdas o rafias. Estas deben tener 70cm de longitud y deben sobresalir 15cm a los costados del muro. Cada grupo de cuerdas debe estar espaciado entre ellos 30cm. Hay que tomar en cuenta que se colocan cada 3 hiladas de adobe (es decir en las hiladas 4, 7, 10, 13, 16 y 19). Las cuerdas servirán para fijar la geomalla a las paredes de la vivienda.



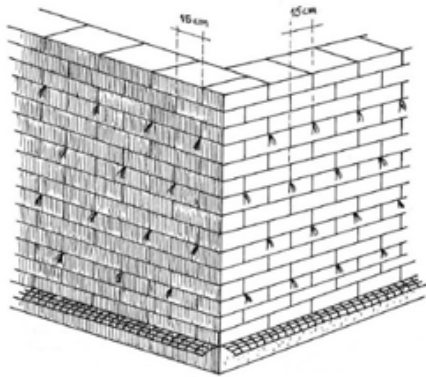
CORTE CONSTRUCTIVO DE ARMADO DE MURO DE ADOBE CON RAFIAS. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

5. Se continúa levantando las paredes. El espesor de las juntas verticales y horizontales debe ser de 2cm máximo. Las juntas más gruesas debilitan el muro. Se debe además verificar constantemente la altura de cada hilada con el "escantillón" y comprueba que las paredes de adobe estén a plomo.



USO DE ESCANTILLÓN Y APLOMO DE MUROS. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

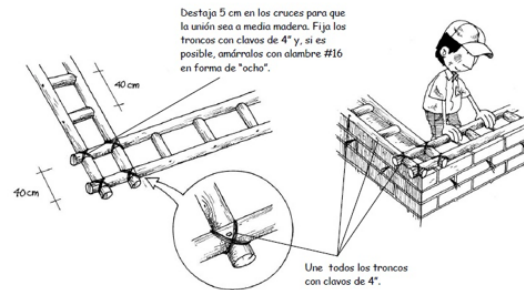
6. Se debe también intercalar las cuerdas o rafias cada 15 cm entre hiladas, de esta manera de garantiza que la malla se pegue al muro.



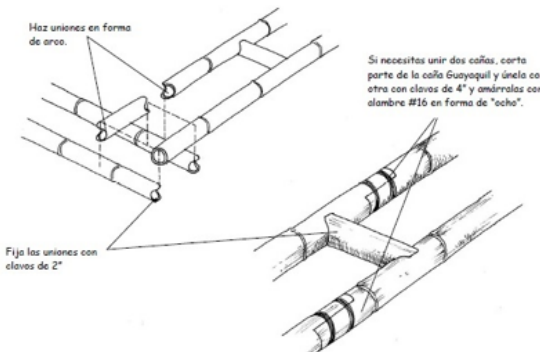
INTERCALADO DE RAFIAS. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

7. La viga collar tiene la forma de una escalera y está hecha con troncos de madera, madera aserrada de eucalipto o caña guadua. Se colocan encima de todas las paredes de la casa para amarrarlas y permitir que trabajen juntas durante un terremoto.

8. Si se construye con troncos de eucalipto se utilizan aquellos con diámetro de 4" (10cm). Si la opción es madera aserrada se recomienda de 3" x 3" y con uniones de media madera. Finalmente si se escoge la Caña guadua se usa aquella de diámetro de 4" (10cm) previo a su lavado con antipolillas y persevantes.



VIGA COLLAR DE TRONCOS DE EUCALIPTO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA



VIGA COLLAR DE CAÑA GUADUA. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

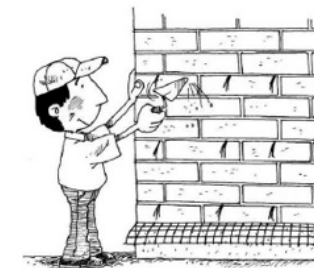
9. Se coloca la viga collar encima de todas las paredes se rellena con barro los espacios entre los troncos.



BARRO SOBRE VIGA COLLAR. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

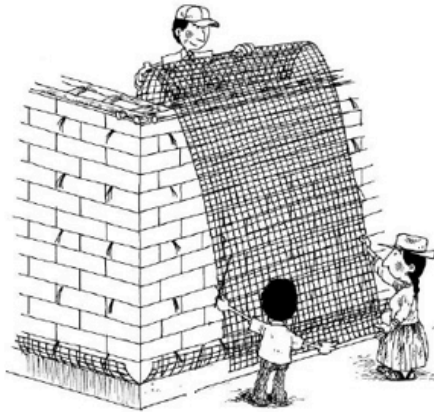
10. Con respecto a la colocación de la geomallas debe procurarse colocarlas bien pegadas al muro de adobe. Existen dos formas de colocar la geomalla en las paredes. Deberá escogerse la más adecuada dependiendo del caso.

11. El primer paso en esta etapa es limpiar con un badilejo la superficie de la pared y con una escobilla húmeda la geomalla embutida en el sobre cimientto para eliminar las protuberancias de barro seco.



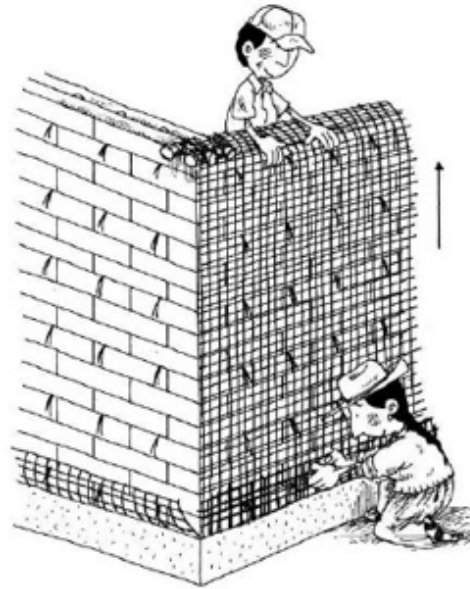
LIMPIEZA DE MURO CON BADILEJO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

12. Se procede al cortado y colocado de la geomalla en los muros ya sea envolviendo la cara exterior e interior de una sola vuelta o en su defecto se coloca en cada cara del muro y se traslapa sobre la viga collar.



COLOCADO DE GEOMALLA EN SUS DOS FORMAS. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

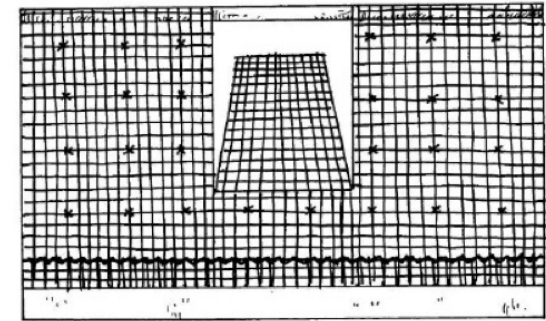
13. Se fija la geomalla usando las cuerdas (rafias). En este punto debe procurarse que la geomalla quede bien pegada a las paredes.



AMARRADO DE GEOMALLA SOBRE MURO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

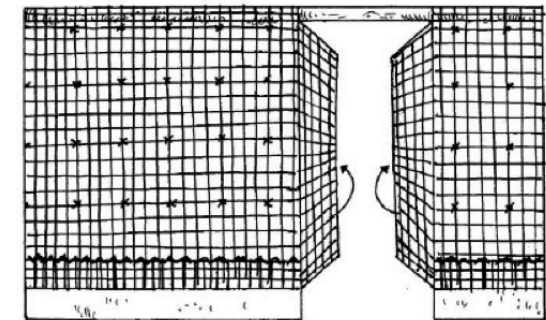
14. Para abrir los vanos de puertas y ventanas, se procede de la siguiente manera en el corte de la geomalla:

a. En la cara interior del muro (dentro de la vivienda) se corta la geomalla por los lados de la ventana y se dobla hacia abajo, como se muestra a continuación.



CORTE DE GEOMALLA EN VANO DE VENTANA CARA EXTERIOR. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

c. En las puertas, se corta la geomalla por la mitad y se dobla a cada lado, como indica la figura. En este caso se realiza el procedimiento tanto en la cara interior como exterior. En este y todos los casos anteriores se recomienda tejer fuertemente a la geomalla de los muros con las cuerdas previstas para ello.

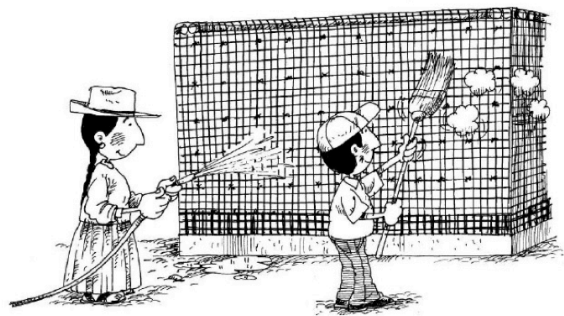


CORTE DE GEOMALLA EN VANO DE PUERTAS CARA INTERIOR Y EXTERIOR. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA



15. El tarrajeo de barro en el muro construido protege a la geomalla de los rayos del sol y aumenta la resistencia de las paredes de la vivienda. Antes de comenzar con este proceso, se verifica que la geomalla esté bien templada y fija, de ser necesario se usa grapas de metal para lograr el cometido. El tarrajeo se aplica en dos capas de acuerdo al siguiente procedimiento.

a. En primer lugar se limpia con una escoba y se humedece ligeramente con agua todas las caras de las paredes de adobe



PREPARACIÓN DEL MURO PARA TARRAJEO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

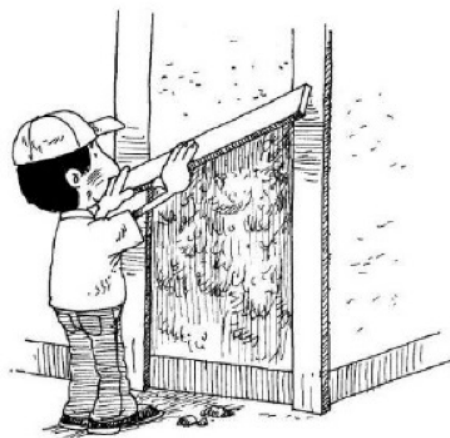
b. A continuación se procede a preparar el barro. Se utiliza la misma mezcla preparada para el mortero de barro, pero se debe añadir paja extra.

c. El siguiente paso es formar bolas de barro con las manos semejantes a un balón y presionarlas fuertemente contra la superficie de la pared. Se repite la acción hasta terminar la primera capa de tarrajeo de 2cm de espesor.



TARRAJEO DE MURO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

d. Se deja secar hasta el día siguiente, donde se coloca la segunda capa de tarrajeo de 0,5cm de espesor. Debe emparejarse con codales o planas para darle el acabado final.



ACABADO FINAL TARRAJEO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA

e. Es posible que aparezcan algunas rajaduras finas en los muros de la vivienda luego de terminar el tarrajeo. Se debe entonces resanar con una mezcla preparada en obra y el uso de una brocha misma que abundantemente debe cubrir las rajaduras hasta sellarlas. La mezcla contiene la siguiente dosificación 1-1-1/2 (1tierra, 1 arena fina, 1/2 agua).



RESANADO DE MURO. FUENTE: AL "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE ADOBE CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS" DE LA PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA.

1.6 Sistemas de construcción mixta

La evolución de los sistemas constructivos en tierra.

La tierra como material constructivo es valorada cada vez más como base por su tradición constructiva y por sus características saludables, comparada con los materiales industriales como el hormigón armado, el ladrillo, el acero, etc. Para estos últimos se necesita mucha energía de producción y transporte, la cual no solo es no renovable, sino que contamina.

En la actualidad están en movimiento diferentes corrientes en desarrollo. Es en Latinoamérica, Asia, Medio Oriente y África donde se manifiesta un decidido desarrollo y vinculación con el campo de la vivienda y el hábitat “de interés social”; en Europa occidental se percibe una mayor preocupación por los problemas de reciclado de materiales, el ciclo de los edificios y la contaminación ambiental que genera la construcción. Y por último, Estados Unidos, Australia, Francia y Alemania muestran un desarrollo tecnológico.

NUEVOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Arquitectura social

Una parte importante de la humanidad está alojada en la llamada “vivienda popular”, el hábitat auto producido más grande del planeta. En él millones de personas viven en construcciones de tierra, y es aquí, en este tipo de vivienda, donde tal vez se encuentre mayor amplitud de soluciones construidas con tierra.

Esta primera modalidad de vivienda está condicionada por las situaciones de pobreza. Una segunda modalidad es aquella autoconstruida con asistencia técnica y como tercera modalidad se puede incluir los prototipos de vivienda generados por centros de investigación y por proyectos científicos tecnológicos. En zonas de emergencia por catástrofes naturales, en zonas con riesgo sísmico o en reconstrucción. En estos casos se trata de dar respuesta a las demandas específicas de comunidades y gobiernos para realizar contribuciones en el ámbito de las soluciones habitacionales.

Sistema semi-prefabricado de paneles de tierra paja. Uruguay. José Luis Mazzeo

Se desarrolla para atender la demanda de vivienda económica, se realizan con tablas de encofrado, en módulos de 50x50cm, rellenos de tierra – paja. Las posibilidades que brinda este sistema son varias: se pueden ejecutar en un lugar donde se tenga la infraestructura necesaria, la tierra, se pueden realizar con anticipación a la obra y obtener su secado natural con el suficiente tiempo, y lograr un montaje en seco de los paneles, solamente clavándolos entre sí y a la estructura principal.

Los paneles se realizan con tablas de encofrado, en módulos de 50x50 cm, rellenos de tierra paja. Las posibilidades que brinda este sistema es que se pueden ejecutar en un lugar donde se tenga la infraestructura necesaria, y tierra, realizarlos con anticipación a la obra y obtener su secado natural con el suficiente tiempo. Se logra un montaje en seco de los paneles, solamente clavándolos entre sí y a la estructura principal.

Éste es un concepto de tecnología intermedia, adecuado para Uruguay. Allí no tienen demasiadas posibilidades de industrialización a gran escala, pero sí pueden aprovechar sus principales recursos, los materiales y la mano de obra.

La base de diseño es el módulo de 50x50 cm ya mencionado, que les permite organizar el espacio basándose en ese módulo, lo que les garantiza no tener que realizar cortes en obra ni usar partes, sino asegurar el montaje rápido y con la precisión que otorga la coordinación modular prevista desde el proyecto.



PANELES PAJA TIERRA. http://arqsust.files.wordpress.com/2013/04/50eb-660cb3fc4b25d5000101_la-primer-de-casa-de-fardos-de-paja-para-uso-residencial-en-roma-italia_casa-paglia-1.jpg



PANELES PAJA TIERRA. http://static.plataformaarquitectura.cl/wp-content/uploads/2013/01/50eb661eb3fc4b25d5000107_la-primer-de-casa-de-fardos-de-paja-para-uso-residencial-en-roma-italia_img_7772.jpg





Sistema antisísmico. Muros de mangueras rellenos de barro.

Este proyecto, comenzó a desarrollarse en 1978. Consiste en utilizar textiles rellenos de tierra. El sistema consiste en mangueras de yute rellenas con pómez o suelo arenoso. La tela se cubre con varias capas de pintura de cal para prevenir la putrefacción del material, para estabilizar la superficie e impermeabilizar.

En el prototipo desarrollado en Guatemala en 1978, las mangueras de 10cm de diámetro se hicieron de tela de algodón y se rellenan con suelo volcánico compuesto fundamentalmente de pómez. Estas se embebieron en una lechada de cal y luego se colocaron entre columnas verticales ubicadas a una distancia de 2,25m.

Una estabilidad adicional se logró con cañas de bambú fijadas verticalmente a una distancia de 45cm entre cada panel. Después de fijar los muros se les dio un acabado con dos capas de pintura de cal.

La estructura de la cubierta descansa sobre pilares colocados de 50 cm de los muros hacia el interior. Los costos materiales de esta estructura resultaron ser la mitad de los costos de una vivienda similar construida con bloques de hormigón.

Sistema antisísmico. Muros de tapial reforzado con bambú.

Sobre este sistema se han desarrollado varias experiencias. Por primera vez se desarrolló en 1978 como parte de investigaciones realizadas de la Universidad de Francisco Marroquín y el Centro

de tecnología Apropriada, ambos de Guatemala.

Consiste en elaborar elementos de tapia reforzados con bambú. Sus dimensiones son de 80cm de largo, 40cm de altura y 14 a 30 cm de espesor. La estabilidad viene dada a través de la forma de T o de L. Se introducen 4 varillas verticales de bambú de 2 o 3 cm de espesor en el interior de las piezas que forman el muro.

La tapia se coloca sobre un zócalo de piedra. En la parte superior se realiza un zuncho de bambú.

La estructura de la cubierta y la de los muros se independiza, la cubierta descansa sobre pilares independientes, así en un terremoto los dos elementos se mueven de acuerdo a su propia frecuencia.

Panel prefabricado de quincha

La Quincha (de quechua quincha: “pared, muro, cerco, corral, cerramiento”) es un sistema constructivo tradicional de Sudamérica que consiste fundamentalmente en un entramado de caña o bambú recubierto con barro. Estos paneles se basan en la semi industrialización de dicha técnica tradicional.

10

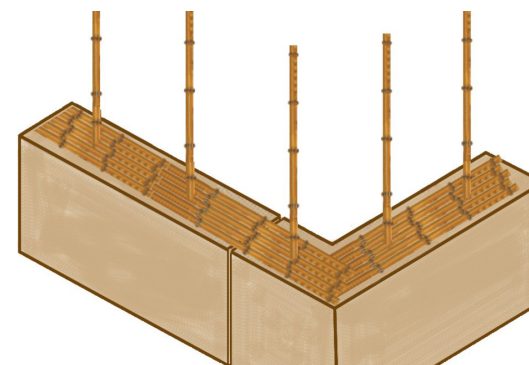
10 DEL RÍO MUÑOZ, Mónica; SAINZ ESTEBAN, Alicia. “La evolución de los sistemas constructivos en tierra”. En: Construcción con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2010/2011. (Online). Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2011. Págs. 57-68.



MUROS DE MANGUERO CON BARRO <http://goveganlife.wordpress.com/2012/05/25/domos-las-casas-del-futuro/>



PANEL DE QUINCHA <http://www.labioguia.com/tecnica-quincha/>



MURO DE TAPIAL CON BAMBÚ http://www.itacab.org/adminpub/web/index.php?mod=ficha&ficha_id=5



02

Comparativa de Métodos
Internacionales basados
en el Uso de Geomallas



La geomalla cosida en muros de adobe, si bien es una técnica nueva en el país, a lo largo de Sudamérica se ha venido fortaleciendo como un sistema constructivo, tanto en edificación nueva como en casos de restauración. En el siguiente capítulo se estudiará brevemente tres casos puntuales: “Conjunto de Viviendas del Carmen” en Perú, “Casa Leguizamón” en Argentina e “Iglesia del Tango” en Chile. El objetivo del estudio es conocer casos de aplicación del sistema constructivo con geomallas y elementos de madera según la problemática planteada en otros países.

02

Comparativa de Metodos Internacionales Basados en el Uso de Geomallas

2.1 Iglesia Malloco –Fundo San Nicolás

FICHA TÉCNICA	
Lugar	Fundo de San Nicolás, Calera de Tango, R.M. Chile
Arquitectos:	123CUA (Cristóbal Lamarca, Francisco Godoy y Nicolás Irrázabal)
Constructor:	Carlos Pino
Año de Restauración:	Abril 2010- Mayo 2011

Antecedentes

El 27 de febrero del 2010 se produce en Chile un sismo de 8.8 Mv que destruye gran parte de inmuebles patrimoniales y afecta a un gran número de edificaciones, principalmente de adobe. Provocando grietas y desplomes de los muros de las construcciones.

En el fundo de San Nicolás, ubicado en la comuna de la Calera de Tango (Región Metropolitana) el terremoto causa graves daños estructurales en tres edificaciones: la casa de alojados, la vivienda del cuidador y en la Iglesia de Malloco que data del siglo XIX.

El grupo de arquitectos 123CUA fue el grupo encargado de intervenir en estas 3 construcciones, realizando una restauración que exigía que se respete tanto las formas como la estética original.



IGLESIA DEL FUNDO DE SAN NICOLÁS. www.123cua.cl

Proyecto

El proyecto se realizó en 3 etapas:

1. Análisis y catastro de los daños.
2. Investigación y recopilación de antecedentes de las obras afectadas.
3. Propuesta de restauración.



1. Análisis y catastro de los daños:

En primer lugar se elaboró un mapeo de las construcciones, un reconocimiento ocular y registro fotográfico, reconociendo cada uno de los daños y clasificándolos según su grado de intensidad en: leve, medio y grave.

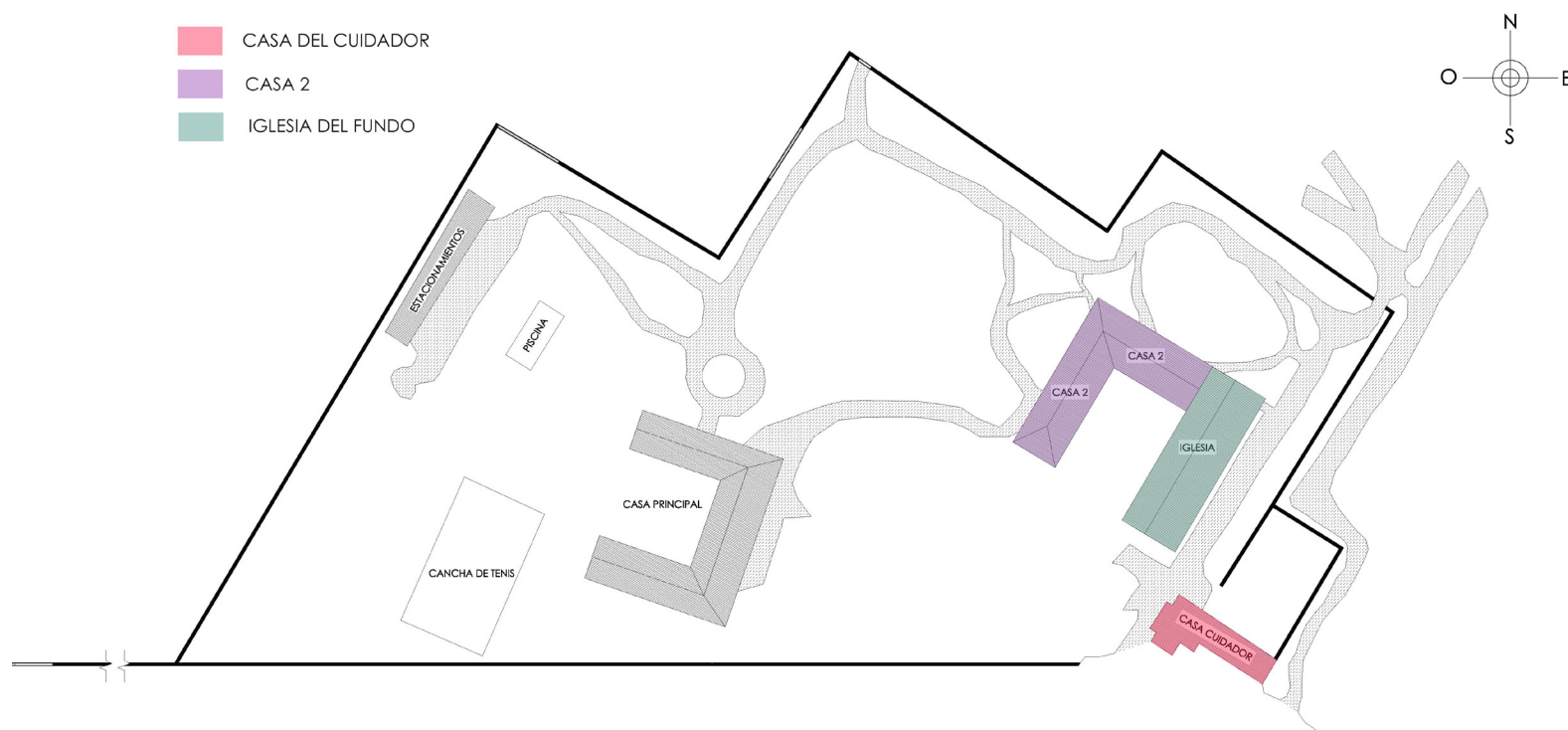
2. Investigación y recopilación de antecedentes de las obras afectadas:

Así mismo se realizó una investigación de los antecedentes históricos de cada una de las construcciones, sobre todo de la Iglesia, la cual posteriormente había sido intervenida y modificada en varias ocasiones debido a su antigüedad.

3. Propuesta de restauración:

Luego de estudios y consideraciones sobre las técnicas constructivas y materiales a usar, se optó finalmente por el uso de la geomalla. En este caso este material permitió dar una solución a la estructura, proporcionando a los muros una buena resistencia a la tracción sin afectar a la estética en las fachadas y forma de la Iglesia.

Restauración



En el fundo de San Nicolás, se pueden distinguir 4 edificaciones: 3 casas (una destinada al cuidador) y 1 iglesia. Entre ellas, fueron 3 las que sufrieron daños considerables a causa del terremoto.

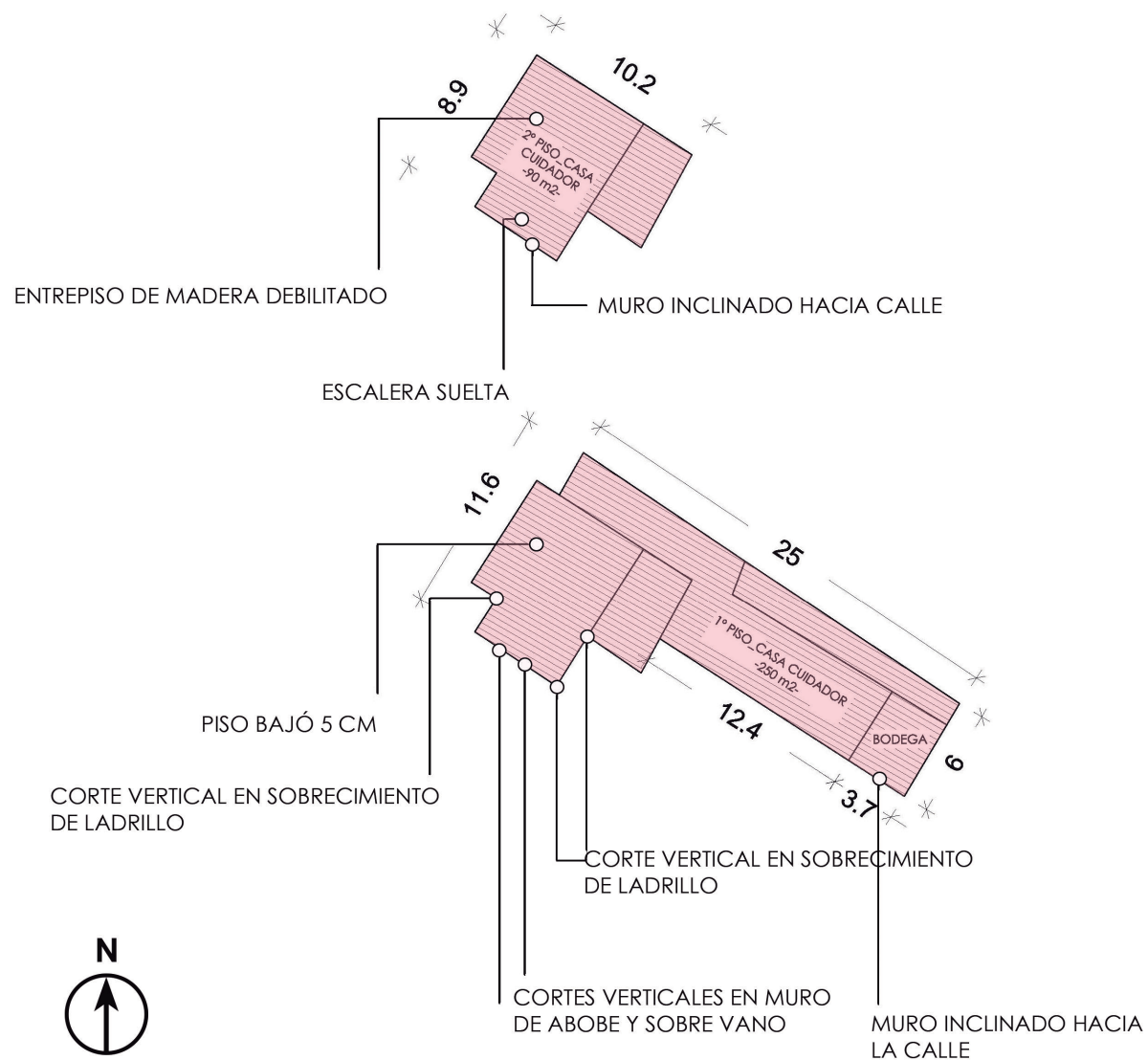
EMPLAZAMIENTO DE LA IGLESIA. <http://www.123cua.cl>



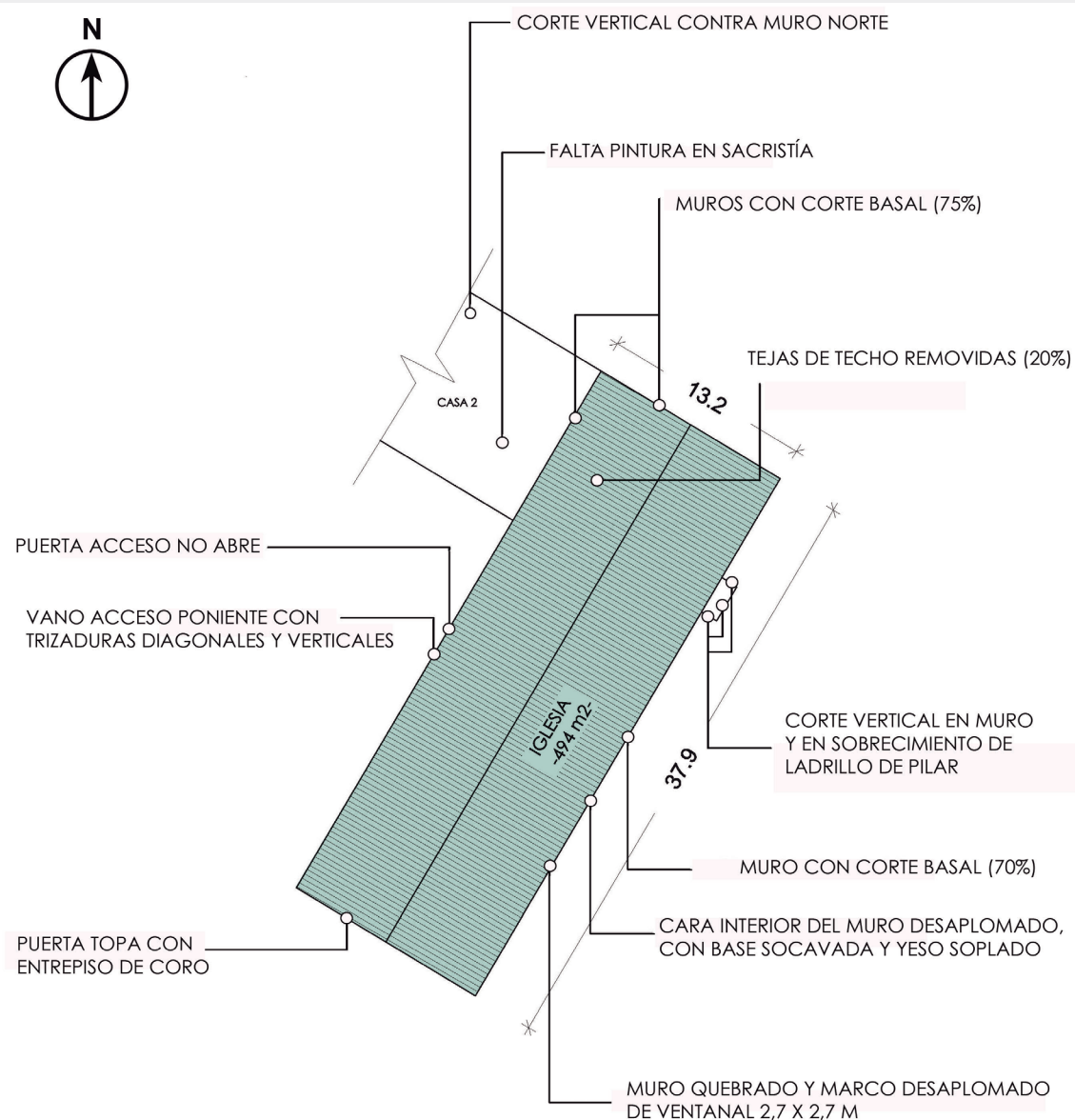
DAÑOS CASA CUIDADOR

Daños generales: cortes verticales y trizaduras diagonales de piso a cielo, puertas y ventanas descuadradas (50%).

DAÑOS EN CASA DE CUIDADOR. <http://www.123cua.cl>



DAÑOS IGLESIA

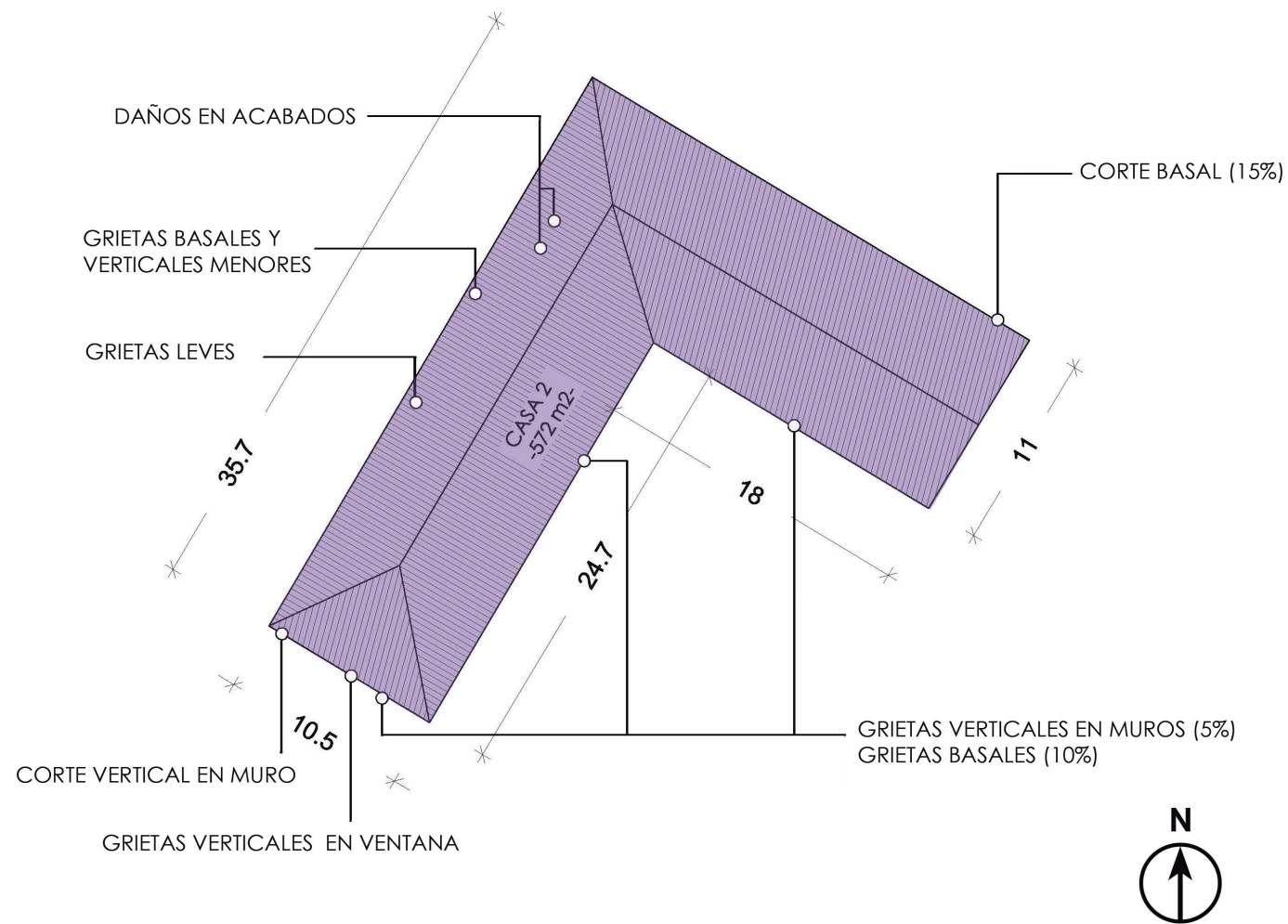


Daños generales: trizaduras menores, malla de acero existente cortado en varios puntos, gran corte basal, estructura debilitada y giro del eje (la construcción está torcida).



DAÑOS EN IGLESIA. <http://www.123cua.cl>

DAÑOS CASA 2

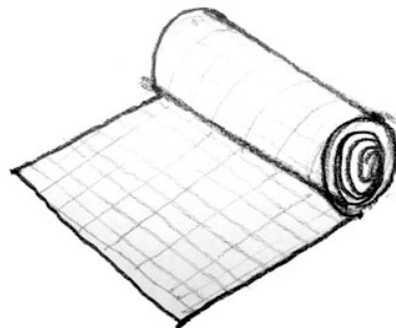


Daños generales: trizaduras diagonales.

DAÑOS EN CASA 2. <http://www.123cua.cl>

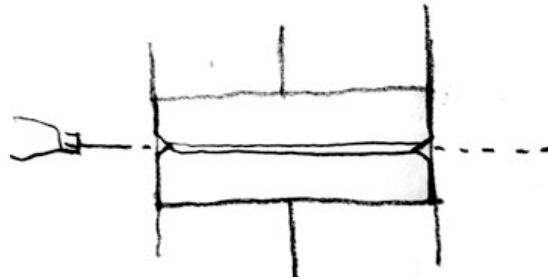


La Iglesia estaba conformada por muros de 1,2 m de ancho, con 4 hileras de adobes trabados. Para la restauración de estos muros se incluyó en la estructura una Geomalla. El uso de esta Geomalla fue promovida por la Universidad Católica del Perú ya que esta tiene una buena relación química con el adobe, permitiendo que el barro respire y se hidrate. Esta malla forma una trama de rectángulos de 5 x 7 cm, con puntos de amarre cada 30 cm y que a su vez forma una mayor unidad envolviendo al edificio a manera de fuselaje. Para que este sistema funcione correctamente es necesario que exista una continuidad en la conformación del muro, para lo cual se removió el revoque interior y exterior de la construcción y se reemplazó los bloques quebrados por nuevos. En la técnica original para el uso de este material, la malla inicia en las fundaciones, pero en este caso de restauración fue necesario diseñar un sistema de prensas de madera que muerden la malla contra el zócalo del muro en sus dos caras. Se utilizó para ello una broca que atraviesa el muro de 60cm de ancho, de lado a lado para poder sujetarla.

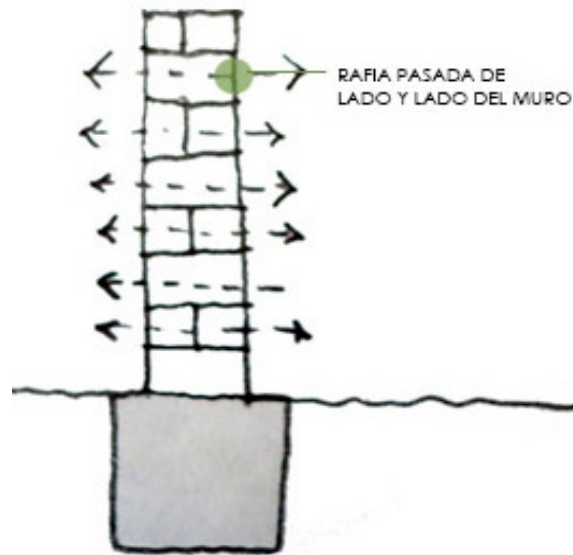


GEOMALLA
5 X 7 CM

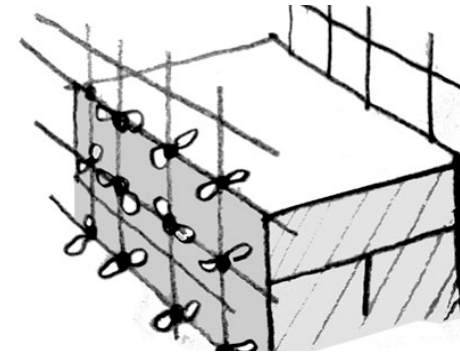
Geomalla 5x7 cm. www.123cua.cl



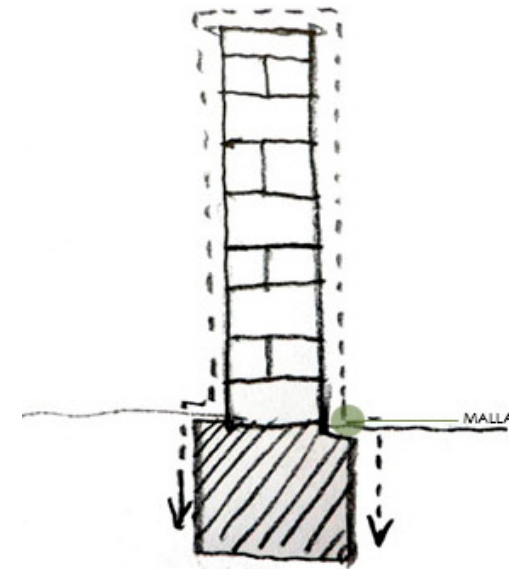
Se realizan perforaciones con broca en el muro para después pasar las rafias o sgas. www.123cua.cl



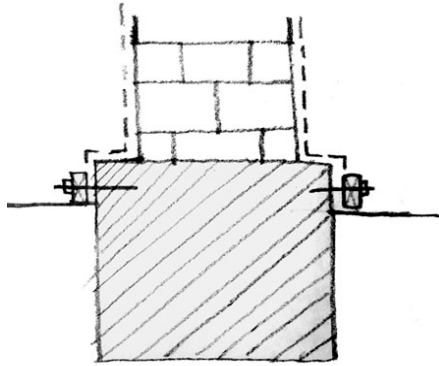
Rafia pasada de lado a lado del muro. www.123cua.cl



La geomalla se sujeta al muro de adobe amarrándala con las rafias que se amarraron anteriormente. www.123cua.cl



La malla se pasa de lado a lado del muro hasta llegar a la cimentación y templándola bien. www.123cua.cl



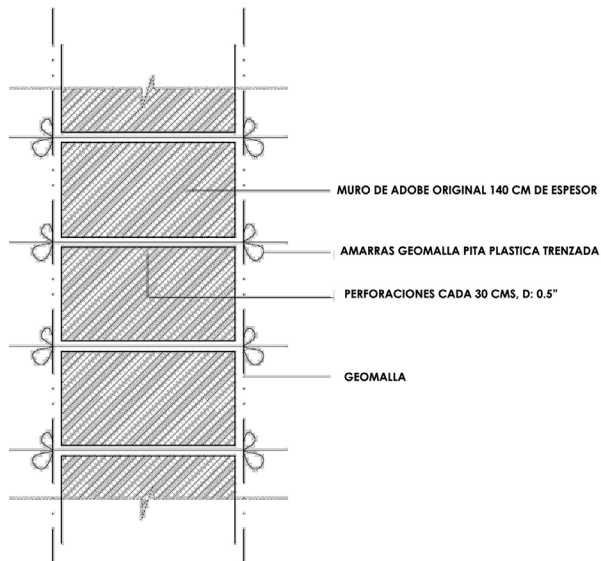
Malla sujeta al zócalo con bastidor de madera. www.123cua.cl



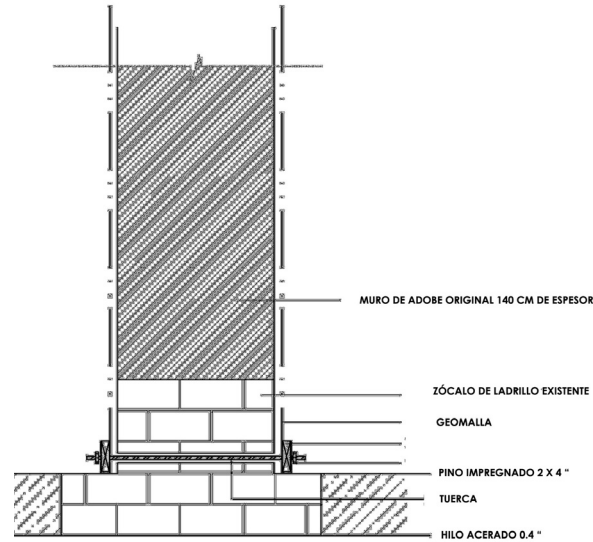
COLOCACIÓN DE PRENSAS DE MADERA EN LOS ZÓCALOS .
www.123cua.cl



GEOMALLA TEJIDA A LA EDIFICACIÓN. www.123cua.cl



Detalle aplicación geomalla. www.123cua.cl

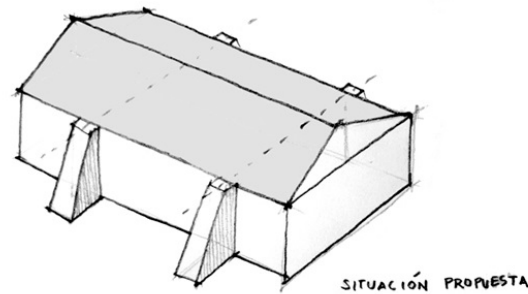
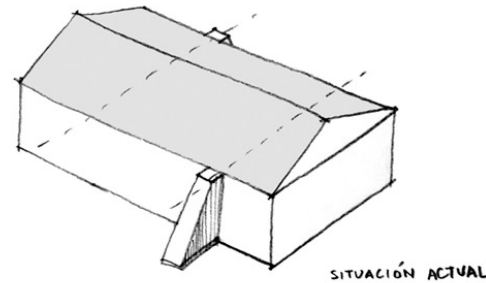


Detalle sujeción geomalla - piso. www.123cua.cl



GEOMALLA TEJIDA A LA EDIFICACIÓN. www.123cua.cl

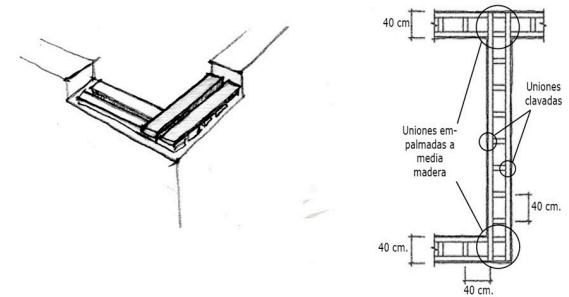
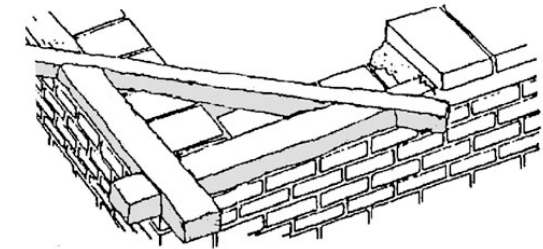
Para volver a la estructura original se construyeron dos contrafuertes que habían sido demolidos en el terremoto de 1985. Estos contrafuertes de bloques de adobe tienen fundaciones de hormigón y dimensiones de 2,6 m de largo, 1 m de fondo y una altura de 6,7 m; delimitando los espacios de las naves de 37m.



CONSTRUCCIÓN DE CONTRAFUERTE. www.123cua.cl

Para las grietas registradas se realizó un entretejido con ladrillos de adobe fabricados en el lugar (5000 bloques), de dimensiones de 60 x 30 x 10 cm, que son las mismas de los bloques ya existentes en la obra. Cada bloque se entretejió al muro, amarrando este de lado a lado, devolviendo la resistencia original al muro.

También se instalaron escalerillas de madera en cada una de las esquinas de la estructura, unión de vértices y carrera horizontal. Además se conservaron los elementos de madera a la vista con sus diseños originales permitiendo recuperar su valor patrimonial.



Se utilizaron refuerzos y llaves de madera para dar mayor estabilidad a la estructura. www.123cua.cl



RESTAURACIÓN DE ADOBES AGRIETADOS. www.123cua.cl

2.2 Casa Leguizamón- Salta



FACHADA DE LA CASA DE LEGUIZAMÓN, ARCHIVO DEL GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SALTA. http://www.elmensajero diario.com.ar/fotografias/590_Casa%20Legizamon.jpg

Antecedentes

La casa Leguizamón es un edificio histórico de la ciudad de Salta que fue construida el año de 1806 para un comerciante, político y soldado llamada Juan Galo Leguizamón.

“Consolidación estructural Casa de Leguizamón 1º Etapa” es un proyecto que se trabajó desde el DIPAU (Dirección de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano de Salta), junto al ingeniero Jorge Scarponi, contratado por la Provincia para este trabajo y el asesoramiento internacional del ingeniero peruano Daniel Torrealva Dávila.

Participaron en el análisis de materiales, el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta y la Universidad Católica de Perú.

FICHA TÉCNICA	
Lugar	Provincia de Salta - Argentina
Arquitectos:	DIPAU (Dirección de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano de Salta)
Constructor:	Liberatore SRL
Año de Restauración:	2011 - Julio 2012

Este proyecto consiste en consolidar la estructura de la casona, respetando la tecnología original.¹¹

“Esta casa es Monumento Histórico Nacional desde el año 1979. Fue construida para la familia de Juan Galo Leguizamón hace 200 años y constituye uno de los más valiosos testimonios de la arquitectura doméstica de transición al Siglo XIX.

Ella y sus habitantes fueron testigos de la historia republicana local, la Guerra de la Independencia, el período Rosista, la Organización Nacional y el progreso en todas sus manifestaciones.”¹²

11. <http://www.salta.gov.ar/noticia-gobierno-salta.php?IdNoticiaSalta=2760>

12. <http://www.salta.gov.ar/noticia-gobierno-salta.php?IdNoticiaSalta=8886>

Proyecto

El proceso de restauración de la casa de Leguizamón se puede dividir en dos etapas:

1. Consolidación estructural y restauración del edificio.
2. Refacción de la parte interna de la casa.

Consolidación estructural y restauración del edificio:

Para contrarrestar el deterioro causado por los usuarios de la misma, al prescindir de paredes internas, que dio como resultado el debilitamiento de la estructura, dichas paredes fueron reconstruidas con los mismos materiales que las originales. Cabe resaltar que ésta etapa está concluida en su totalidad.

Se utilizó por primera vez en el país un sistema innovador, no solamente se reforzaron los sobre cimientos y se hicieron nuevos cimientos sino también se ha hecho un enmallado, recubriendo todos los muros unidos con conectores lado a lado en cada uno de ellos, a efecto de dotarla de un reforzamiento estructural con un sistema que ya ha sido probado en otros países tal es el caso de Perú, de donde se ha obtenido la asistencia inmediata y el asesoramiento, en tema de geomallas en el reforzamiento de muros de adobe, estudiada a profundidad por la Pontificia Universidad Católica del Perú.¹³

13 Entrevista a la Arq. Elena Martínez, Directora de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano de Salta, Diario El Tribuno, Periodista: Ángeles Mariño, http://www.youtube.com/watch?v=bJbhC_qaeCQ



Toda la intervención se ha hecho con soluciones compatibles con la tecnología original, los revocos son también de barro, se ha respetado la estructura de entre pisos y techos, manteniendo además las tejas y pisos cerámicos.

“El criterio adoptado del respeto de la tecnología original de arquitectura de tierra hace que los materiales trabajen mancomunadamente, los nuevos muros de adobe se han reforzado con estructuras internas de madera que trabajan solidariamente a la vez que con mallas horizontales que se enganchan a la vertical”.

Precisamente, la aplicación o no de este sistema de recuperación fue motivo de una controversia que demoró aún más la puesta en marcha de las obras. El debate estaba en la necesidad o no de respetar la tecnología original de construcción. O lo que es lo mismo, si enfocarse en conseguir lograr solo la fachada -siempre con las precauciones de territorio sísmico- o ir más allá.

El conflicto se dio básicamente entre las Secretarías de Obras Públicas y de Cultura, ya que la primera sostenía que no correspondía el uso de adobe sino que era necesario un proyecto en el que se utilizase hormigón.

Refacción de la parte interna de la casa:

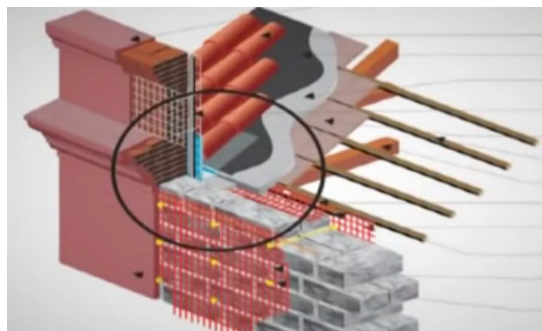
Colocación de pisos, pintura y empapelado de paredes y restituir el área de patios y servicio. Actualmente ésta etapa está en proceso de financiamiento a través de los organismos pertinentes.¹⁴



RESTAURACIÓN DE LA CASA DE LEGUIZAMÓN http://www.salta.gov.ar/images/uploads/LEGUIZAMON_464576385.jpg



OBRAS EN FACHADA. 004 <http://www.radiosalta.com/Imagenes/Contenidos/819047134.jpg>



DETALLE DE AGARRE DE GEOMALLA EN ALFAJÍA. <https://www.youtube.com/watch?v=d27cdmlxji8#t=54>



ESTADO DE MUROS ANTES DE INTERVENCIÓN. <https://www.youtube.com/watch?v=d27cdmlxji8#t=72>



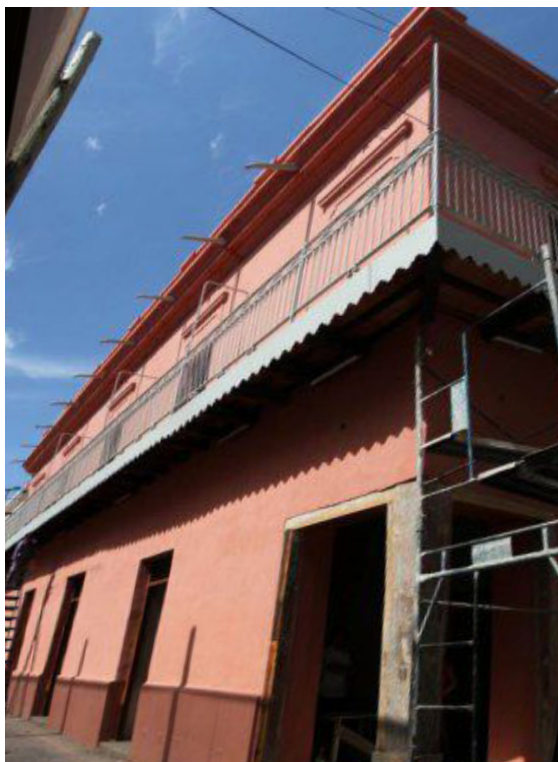
REVOQUE DE BARRO SOBRE GEOMALLA. https://www.youtube.com/watch?v=bJbhC_qaeCQ#t=128



RESULTADO FINAL DEL PROYECTO http://www.eltribuno.info/salta/Multimedios/imgs/193111_620.jpg?v=9



EQUIPO DE TRABAJO EN OBRA DE RESTAURACIÓN <https://www.youtube.com/watch?v=d27cdmlxji8#t=36>



FACHADA TERMINADA <http://static.treslineas.com.ar/foto/nota-776590-ca-sa-leguizamon-parte-historia-salta-reconstruye-130410055724.jpg>

2.3 Conjunto de Viviendas “El Cármen”



<http://sismosenelperu.wordpress.com/category/uncategorized/>

FICHA TÉCNICA	
Lugar	Chincha, Perú (comunidad Alto Larán)
Arquitectos:	ONG Medina y ONG COOPI)
Constructor:	Departamento de Construcción de la Facultad de Arquitectura de Florencia
Año de Construcción	2008

Antecedentes

El 15 de agosto de 2007 se produce en el centro de Perú un sismo que alcanza los 8.0 Mv. Este sismo queda registrado como uno de los más violentos en el país, a causa de su intensidad y duración, dejando una gran cantidad de muertos, heridos y “76.000 viviendas totalmente destruidas e inhabitables”, la mayoría de las construcciones afectadas fueron de adobe.

Chincha, al encontrarse cerca del epicentro del sismo, resulta una de las zonas más afectadas. Es así como la ONG Medina en conjunto con la ONG COOPI deciden realizar un proyecto de intervención en la comunidad de Alto Larán, cuyos objetivos principales son: la verificación del proceso constructivo y el cumplimiento de las normas antisísmicas en la construcción.

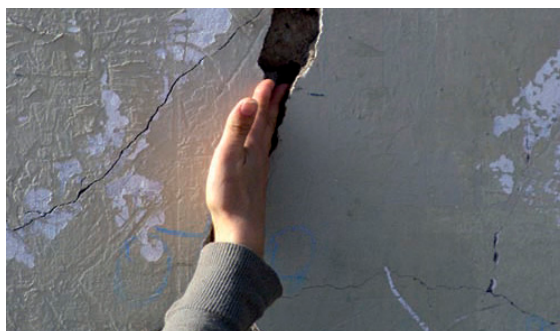
Al trabajar con este grupo en particular, se buscó la propagación de conocimientos en “métodos correctos, de bajo contenido tecnológico pero científicamente válidos y comprobados para la prevención y construcción en viviendas de alto riesgo sísmico.”¹⁵

¹⁵ Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010
http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_del_Per%C3%BA_de_2007





DAÑOS CAUSADOS POR EL TERREMOTO. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



LESIONES EN MUROS DE ADOBE. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



LESIONES EN MUROS DE ADOBE. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Proyecto

El proyecto se realizó en las siguientes etapas:

1. Encuentro con la Municipalidad de Pueblo Nuevo.
2. Monitorización e inspecciones.
3. Propuesta de intervención y talleres para capacitación.

Encuentro con la Municipalidad de Pueblo Nuevo:

En primer lugar se estableció una oficina para el control técnico del proyecto, tanto de la obra a restaurarse como de las nuevas construcciones elaboradas en técnicas tradicionales, a cargo de un técnico de la municipalidad capacitado en el tema de intervención y construcción antisísmica.

Monitorización e inspecciones:

En esta etapa se realizaron recorridos por la comunidad de Pueblo Nuevo para identificar los daños de las viviendas, así como un reconocimiento de las técnicas constructivas utilizadas (esteras, quinchas, quinchas mejoradas, adobe, albañilería mejorada). Se concluyó que la técnica más adecuada a utilizar era la del adobe, pues esta respetaba la tradición constructiva del sector. En los recorridos de tomaron muestras del material, para realizar posteriormente pruebas mecánicas y químicas.

Propuesta de intervención y talleres para capacitación:

Luego de haberse realizado los estudios en laboratorio se optó por el sistema constructivo de adobe reforzado con malla. Se diseñaron distintas tipolo-

gías para la construcción de viviendas nuevas y se impartieron talleres de capacitación a los habitantes, de manera que su participación sea activa en el proyecto y adquieran conocimiento sobre los sistemas constructivos a utilizar.

Restauración

Para llevar a cabo los análisis se determinó dentro de las viviendas afectadas una habitación tipo. En el caso de construcción en adobe, la vivienda examinada tenía solamente 1 piso, con una planta de 8x12 m y una altura de 2.5 m.

La vivienda tenía adobes de 35x23x8 cm, junto con cañas de bambú ecuatoriano de diámetro de 12 cm y espesor de 1 cm aproximadamente, utilizadas como vigas portantes, colocadas cada metro. El tejido secundario se realizó con "cañas bravas", de diámetro de 2 cm colocadas cada 10 cm. Sin embargo estos dos tejidos no se encontraban amarrados entre sí, lo que en caso de sismo generaría lesiones verticales en los ángulos no amarrados y posible volcamiento del muro fuera del plano. A esto se suma que las juntas se excedían en su dimensión, el cimiento era casi nulo y los muros no se encontraban amarrados en sus intersecciones.

De esta vivienda se tomó muestras tales como:

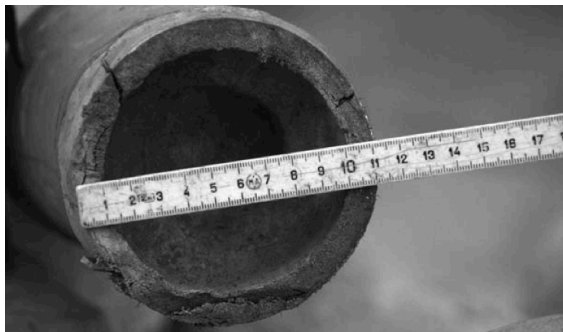
- 2 ladrillos de adobe (con un peso de 2100 kg/m³ aprox.)
- 2 cañas de Guayaquil de 45cm de largo (con un peso de 650 kg/m³ aprox.)
- Morteros de barro de los muros de adobe



FRENTE DE LA CASA DE ADOBE LEVANTADA Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



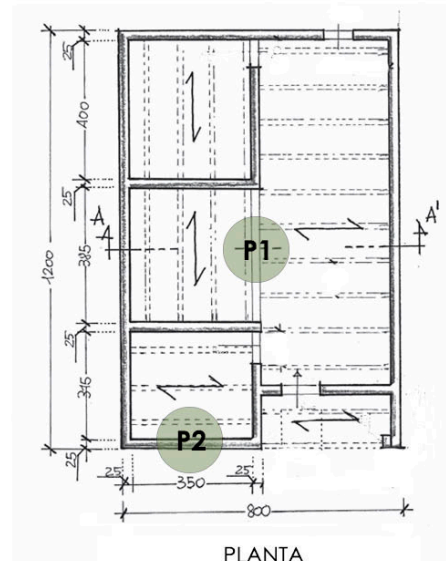
TOMA DE MUESTRAS DE LADRILLOS DE ADOBE. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



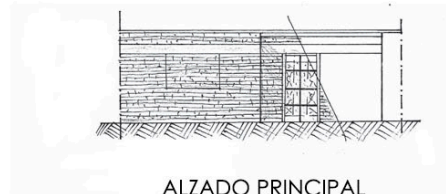
VIGA PORTANTE DE BAMBÚ. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

TIPOLOGÍA CASA ADOBE

CASA DESPUÉS DEL SISMO



PLANTA



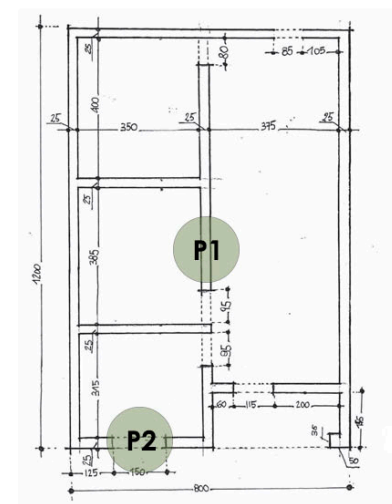
ALZADO PRINCIPAL

- P1** MURO DE ADOBE FALTANTE
- P2** VANO TAPADO CON ADOBES

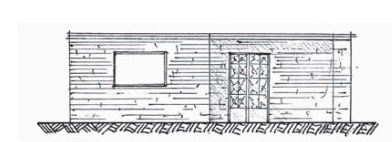
Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

DETALLE CUBIERTA. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

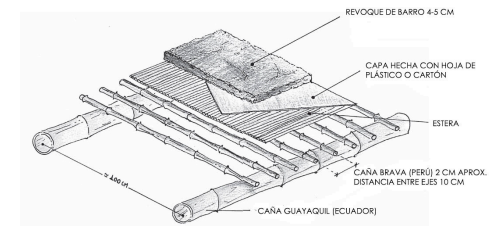
CASA ANTES DEL SISMO



PLANTA



ALZADO PRINCIPAL



Entre los meses de Noviembre y Diciembre del 2009 se realizaron ensayos de laboratorio para determinar la composición y resistencia de los materiales que conformaban la casa tipo.

COMPOSICIÓN MINEAROLÓGICA DE MORTEROS Y REVOQUES

El análisis realizado mediante la difracción de rayos x dio a conocer que la cantidad de arena es demasiada en relación con la arcilla, por lo cual la mezcla carece de aglomerante, la cohesión no es homogénea. (tabla 1)

	Cuarzo %	Feldespatos %	Minerales arcillosos aglomerantes %
Morteros de tierra cruda	30	55	15
Torta de barro de cobertura de pisos	15	55	30

TABLA 1. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y DENSIMÉTRICO DE MORTEROS Y ADOBE

Para este análisis se tomó una muestra de 200gr de tierra de las construcciones, previamente secado y disgregado. Se pasó por tamices de distintos tamaños, en orden decreciente.

Las dos primeras muestras fueron de mortero de tierra cruda y los tres siguientes de adobe.

Muestra 1: mortero de tierra cruda
Peso de la muestra: 289.35 gr.
Material fino: pasante 20.428%

Tamiz mm	Peso gr	%
4	10.09	3.488
2	27.32	9.442
0.71	76.06	26.284
0.42	32.22	11.133
0.25	32.38	11.189
0.125	29.37	10.148
0.090	18.22	6.297
0.075	4.59	1.58
Total	230.25	79.572

TABLA 2. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Muestra 2: mortero de tierra cruda
Peso de la muestra: 262.05 gr.
Material fino: pasante 20.389%

Tamiz mm	Peso gr	%
4	19.76	7.540
2	26.73	10.201
0.71	26.73	24.027
0.42	27.54	10.510
0.25	27.18	10.370
0.125	26.74	10.205
0.090	13.72	5.237
0.075	3.34	1.272
Total	208.62	79.611

TABLA 3. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Muestra 3: adobe
Peso de la muestra: 348.65 gr.
Material fino: pasante 18.92%

Tamiz mm	Peso gr	%
4	4.32	1.239
2	12.49	3.581
0.71	66.45	19.059
0.42	49.64	14.237
0.25	56.34	16.160
0.125	54.48	15.625
0.090	29.43	8.439
0.075	9.54	2.735
Total	282.68	81.079

TABLA 4. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Muestra 4: adobe
Peso de la muestra: 255.08 gr.
Material fino: pasante 25.2%

Tamiz mm	Peso gr	%
4	2.26	0.884
2	9.18	3.600
0.71	45.04	17.065
0.42	33.85	13.271
0.25	38.86	15.233
0.125	39.1	15.490
0.090	17.52	6.869
0.075	4.57	1.793
Total	190.80	74.800

TABLA 5. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Muestra 5: adobe
 Peso de la muestra: 301.66 gr.
 Material fino: pasante 23.367%

Tamiz mm	Peso gr	%
4	7.91	2.623
2	12.54	4.0155
0.71	56.02	18.569
0.42	38.75	12.844
0.25	43.74	14.499
0.125	44.36	14.706
0.090	23.69	7.851
0.075	4.17	1.383
Total	231.18	76.633

TABLA 6. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medi-

Para el análisis granulométrico del material pasante (el mayor al 20%) se usó el método de sedimentación según la ley de Stokes. Obteniendo como resulta una “arena limosa ligeramente guijosa”

Muestra 1: mortero de tierra cruda
 Peso de la muestra: 40.003 gr.
 Guijarros: 0 %
 Grava: 12.9 %
 Arena: 68.1 %
 Limo: 16.6 %
 Arcilla: 2.4 %

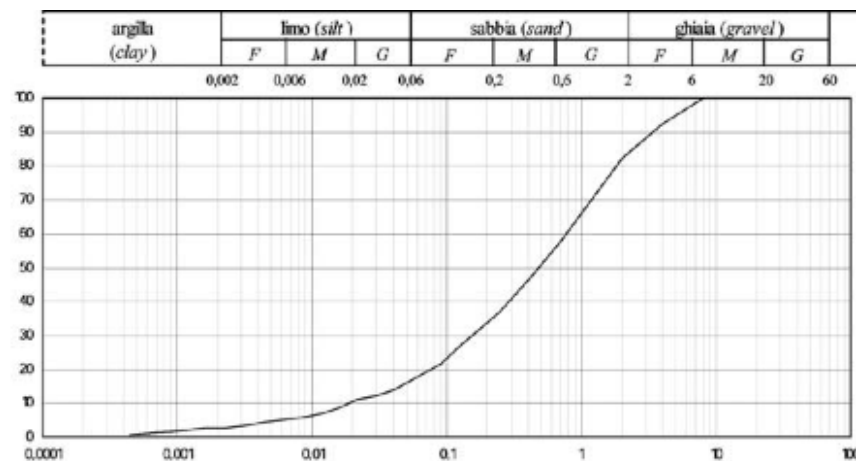


TABLA 6. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Muestra 2: mortero de tierra cruda
 Peso de la muestra: 40.003 gr.
 Guijarros: 0 %
 Grava: 12.9 %
 Arena: 68.1 %
 Limo: 16.6 %
 Arcilla: 2.4 %

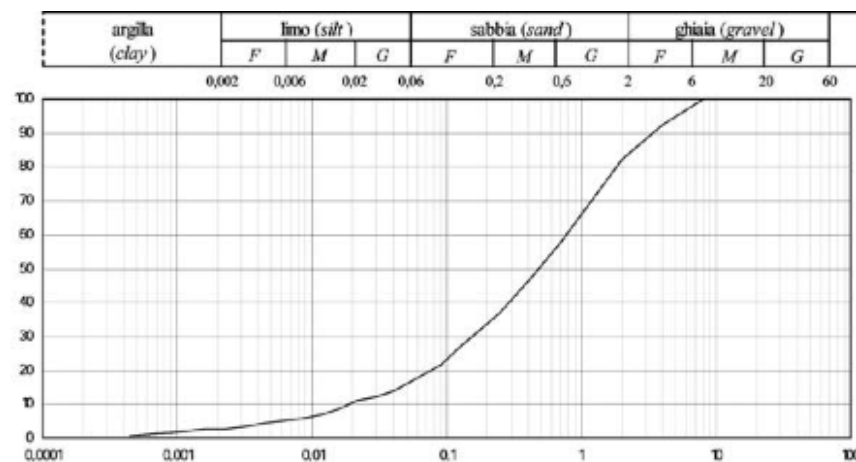


TABLA 6. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



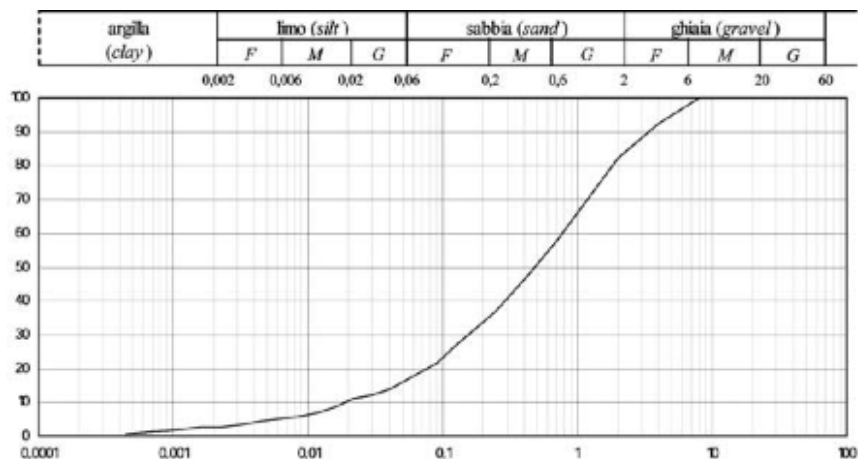
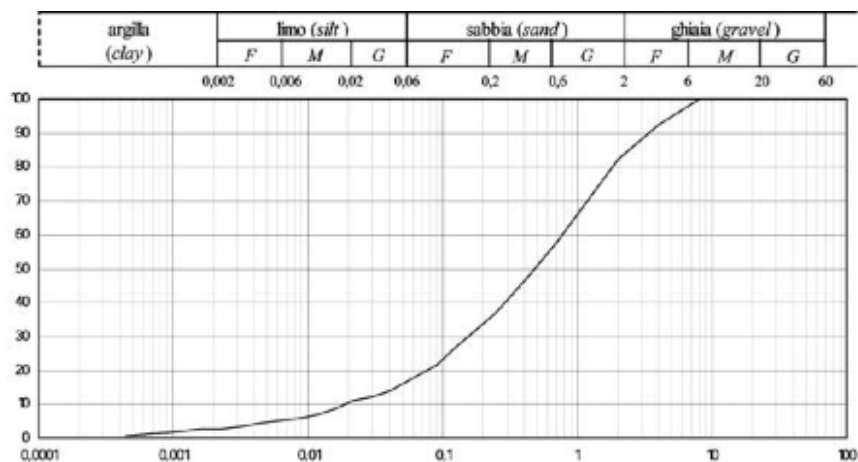


TABLA 6. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Muestra 3: adobe
 Peso de la muestra: 40.045 gr.
 Guijarros: 0 %
 Grava: 4.8 %
 Arena: 78.8 %
 Limo: 3.6 %
 Arcilla: 2.8 %



Muestras para prueba de flexión. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



Muestra 4: adobe
 Peso de la muestra: 40 gr.
 Guijarros: 0 %
 Grava: 6.8 %
 Arena: 74.5 %
 Limo: 15.6 %
 Arcilla: 23.1 %



Ensayo de flexión en las cañas de Guayaquil.



Daños en las cañas de Guayaquil en prueba de flexión. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

PRUEBAS DE FLEXIÓN

Para la flexión en adobes se tomó 2 muestras de un ladrillo de dimensión 35 x 9 x 9 cm, la primera clasificada como ADB1-1 y la segunda ADB1-2. ADB1-1 fracasó a los 55 kg y ADB1-2 a los 25 kg.

TABLA 6. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

PRUEBAS DE COMPRESIÓN

Un segundo ladrillo de adobe ADB2 de dimensiones 35 x 9 x 9 cm se dividió en 6 muestras cúbicas para la prueba a compresión.

Muestras	P1 (kg)	Po (kg)	A (cm ²)	Tensión (kg/cm ²)	S1 (cm)	So (cm)	H (cm)	DEF.	E (kg/cm ²)	E (Mpa)
ADB2-1	613	301	94.50	6.4	1.18	0.81	7	0.05235	63.059	643.012
ADB2-2	1212	301	94.00	12.9	2.11	0.74	8	0.1715	56.510	576.234
ADB2-3	774	301	85.50	9.0	1.17	0.82	8	0.04375	128.449	1289.405
ADB2-4	960	301	82.87	11.6	2.17	1.07	7	0.15632	50.871	518.729
ADB2-5	447	301	82.87	5.4	2.17	0.91	7	0.18046	9.762	99.549
ADB2-6	648	301	80.75	8.0	3.31	0.79	7.5	0.3357	12.801	130.529

P1: Carga de rotura

P0: Carga límite de la zona elástica

A: Área de la sección de aplicación de la carga

Tensión: $P1/A$

S1: Rebajamiento de la muestra a la rotura

S0: Rebajamiento de la muestra al límite de la zona elástica

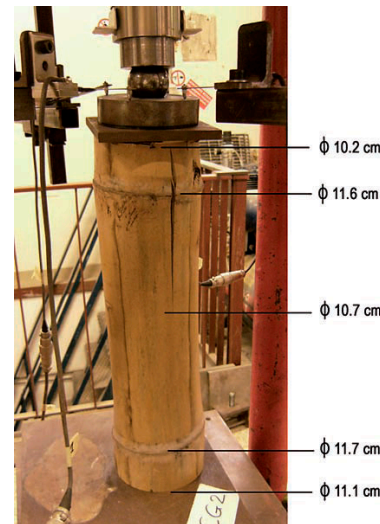
H: Altura de la muestra

Def.: Deformaciones de la muestra en altura = $(S1 - S0)/H$

E: Módulo de Young $E = ((P1 - P0)/A \times H)/(S1 - S0)$



Pruebas de compresión en bloque de adobe Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



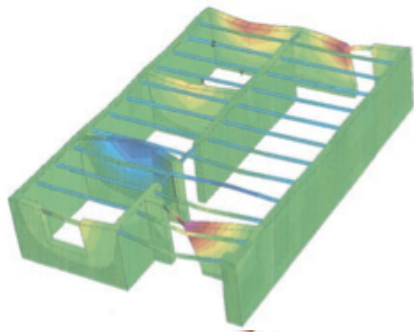
Pruebas de compresión en cañas de Guayaquil . Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

En las pruebas realizadas en morteros y ladrillos de adobe se comprobó que la cantidad de arcilla utilizada en relación a la arena era muy poco, disminuyendo de este modo su resistencia a la flexión. Sin embargo los resultados a compresión fueron favorables.

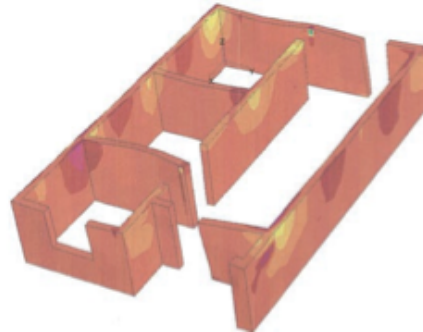
Las cañas de Guayaquil en cuanto a la compresión han demostrado una tensión de ruptura aproximada a los 600 kg/cm² y en las pruebas de flexión se evidenciaron una capacidad elástica flexionable, es decir, su retorno elástico al descargue.

Así mismo, el equipo procedió luego a realizar un análisis dinámico de la estructura, mediante un software que simulara un sismo equivalente al terremoto del 2007, tanto en el eje longitudinal (dirección x) como en el transversal (dirección y).

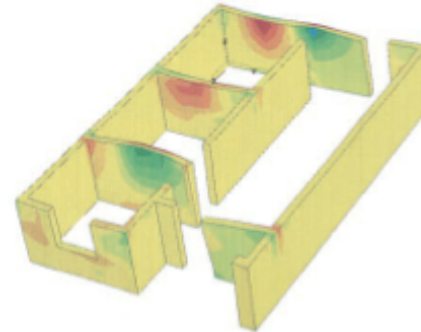
SISMO EN DIRECCIÓN X



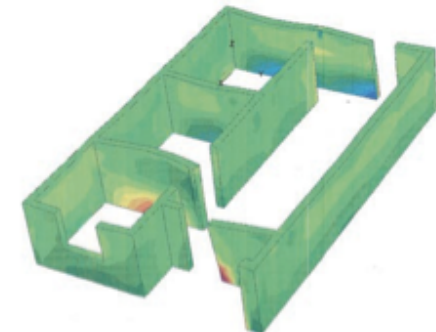
Desplazamientos: efectos de abatimiento en las paredes transversales



Tensiones positivas de tracción en dirección x

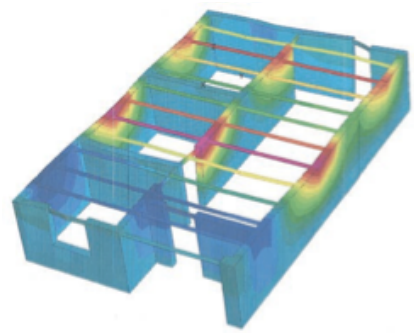


Tensiones positivas de tracción en dirección y

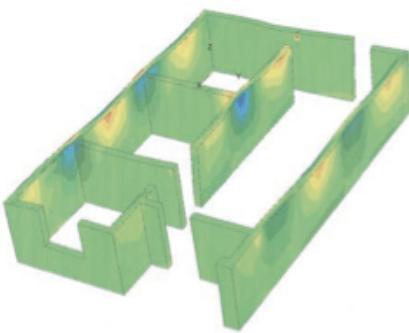


Tensiones positivas de tracción en dirección x

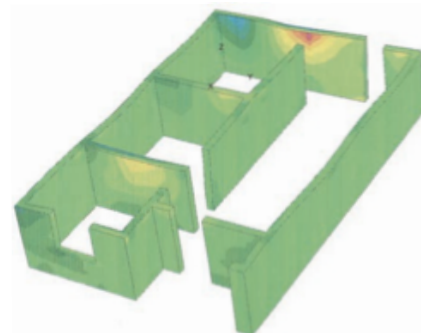
SISMO EN DIRECCIÓN Y



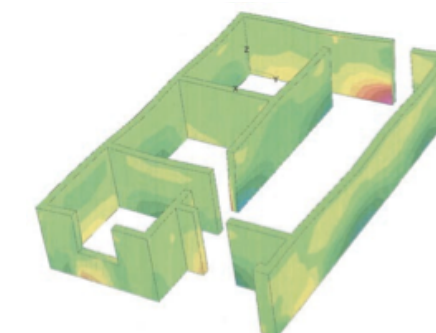
Desplazamientos: efectos de abatimiento en las paredes longitudinales máximos en las paredes libres de la derecha



Tensiones positivas de tracción en dirección x



Tensiones positivas de tracción en dirección y



Tensiones positivas de tracción en dirección z

De este análisis se concluyó que existe una tendencia de abatimiento de los muros fuera del plano, propensos al colapso. Los muros no son capaces de absorber las tensiones de tracción generados en los mismos. Esto se debe principalmente a una distribución asimétrica en plantas, falta de amarre entre muros y de vigas maestras de la cubierta a muros perimetrales.

En otra simulación, se puso a prueba un “obelisco” de sección de 95 x 25 cm. y altura de 270 cm, sometido a acciones horizontales paramétricas, aplicadas tanto en el lado corto como en el largo de la sección.

Se tomaron en cuenta 3 casos distintos:

- Obelisco no confinado

- Obelisco confinado
- Obelisco confinado con elementos diatónicos de enlace transversal

Para la malla y para el adobe se consideraron los siguientes parámetros:

Acero de la malla: $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

$1/m = 0.33$

Adobe: $E = 12450 \text{ kg/cm}^2$

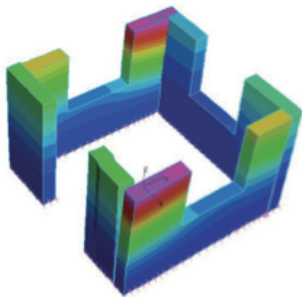
$1/m = 0.20$

Después de examinar distintos casos, aplicando la carga en cada uno de sus lados y también en el conjunto, tanto de los obeliscos no confinados como confinados se llegaron a las siguientes conclusiones:

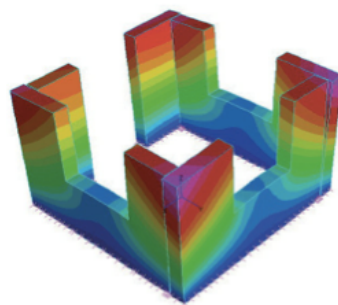
- El confinamiento sirve de gran ayuda en muros que no han sido amarrados, evitando desplazamientos considerables.
- Ayudan a contener el material desprendido del muro en fase de colapso.
- La malla aumentó la resistencia en un 11% en casos de obelisco simples, es decir un lado de muro normal.
- En caso de obelisco compuesto, es decir, en el encuentro de dos muros, la malla mejoró el modelo hasta en un 50%.

Por último, se realizó una simulación de una construcción simple 3 x 3 m ante un sismo similar al del 2007.

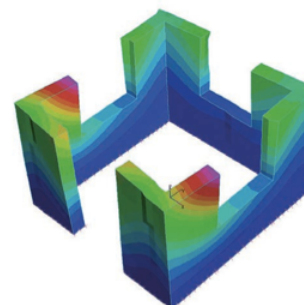
SISMO EN DIRECCIÓN Y



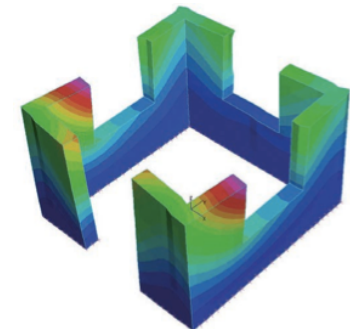
Estructura con paredes no amarradas y confinadas. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



Estructura con paredes no amarradas y no confinadas. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



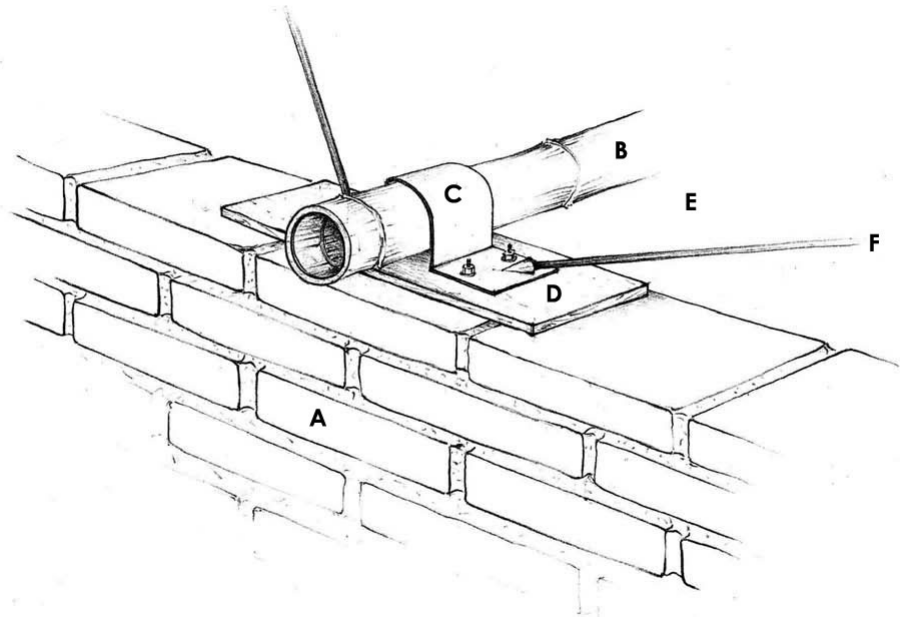
Estructura con paredes amarradas y no confinadas. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



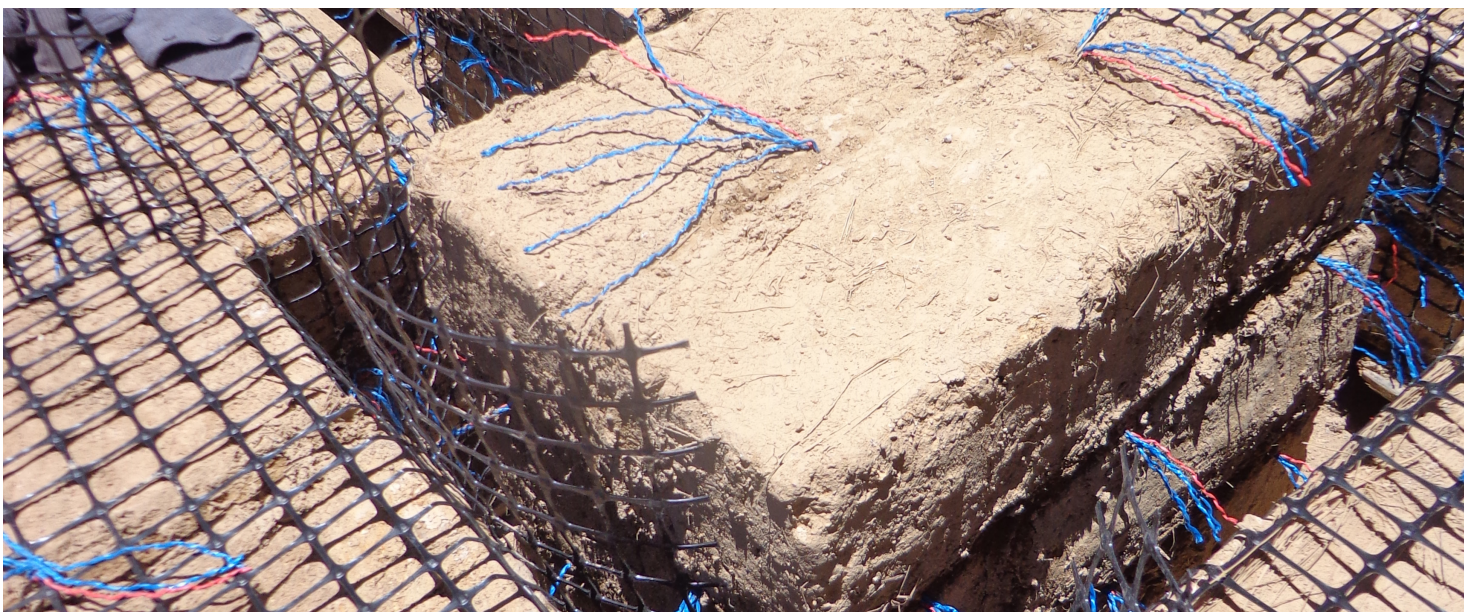
Estructura con paredes amarradas y confinadas. Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010

Para las construcciones de adobe en Pueblo Nuevo, se recomendó finalmente que:

- La planta tenga un diseño regular.
- El número de pisos sea limitado a uno.
- Construcción de cimientos profundos y anchos.
- Vanos no muy amplios y alejados de las esquinas.
- Amarre de los muros, confinándolos con malla electrosoldada, cosiéndola de lado y lado, con un previo apuntalamiento de los muros.
- Elaboración de entrepisos más rígidos, mediante la introducción de un durmiente de madera de 3 cm de altura, anclado al muro de adobe con un collar de acero clavado a una tabla de madera. Encima de éste, se levantarán de 5 a 6 hiladas más de adobe, para terminar el muro 50 cm por encima del nivel de entrepiso. El peso de los adobes ayudará a la sujeción del durmiente, el cual puede servir de anclaje para el resto del entrepiso.



Reconstruir en Adobe. Paolo Milani. Editorial Medina.2010



03

Diagnóstico



En esta etapa de la tesis, se registraron edificaciones de tierra de una zona del centro histórico con el objetivo de reconocer los daños más comunes. Establecer así mismo los problemas que presentan las construcciones de adobe en nuestra ciudad y sus causas, con la finalidad de plantear posibles soluciones de orden estructural y constructivo.

Se realizaron también, ensayos de laboratorio con muretes de adobe, para comprobar su resistencia ante varias demandas de carga y esfuerzo (compresión, tracción y corte). Comparando los resultados presentados entre aquellos reforzados con geomallas y los que no.

03

Diagnóstico

3.1 Actividad sísmica en la ciudad de Cuenca

Por medio de un monitoreo sísmico realizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca a través de la Red Sísmica del Austro, se puede concluir que la ciudad de Cuenca se encuentra en una zona de mediana actividad sísmica.

A continuación se muestran algunos datos recopilados de esta red junto con los de la Escuela Politécnica Nacional y el Centro Regional de Sismología para América del Sur:

- Se han registrado 3047 sismos en el país, 1649 superiores a magnitud 4 y 85 a magnitud 6, que pueden considerarse destructivos. ¹⁶
- En la región del Austro, se registró 436 sismos, 255 superiores a magnitud 4 y 11 a magnitud 6. ¹⁷

Sismos relevantes para la ciudad de Cuenca:

- 1913 Sismo con epicentro en Molleturo, afectando construcciones del lugar y en algunas localidades del Austro Andino del Ecuador. (CERESIS, 1985) ¹⁸
- 1956 Sismo ocasiona daños en determinadas viviendas de Cuenca y destruye parcialmente la Iglesia de Cristo Rey. (Yépez H, 1998) ¹⁹
- 1971 Sismo con epicentro en el norte de Perú se siente en Cuenca, causando pánico en la gente y afectando las estructuras más antiguas. ²⁰
- 1995 Sismo que se siente en la ciudad de mediana intensidad y es consecuencia del terremoto de Macas. ²¹

Otros sismos que se llegaron a apreciar en la ciudad:

- Agosto 2013 Sismo con epicentro a 9.7 km al sur-este del cantón azuayo, con profundidad de 25 km y de magnitud de 4.5 en la escala de Richter, se siente en la ciudad de Cuenca. ²²
- Marzo 2014 Sismo con epicentro 63.2 km de Cuenca, con profundidad de 68 km y de magnitud de 5.3 en la escala de Richter. ²³

16, 17, 18, 19, 20, 21 Tesis: Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Cuenca, Johnny Ayora G, 1999, Pag 33

22. http://www.elcomercio.com.ec/pais/sismo-temblor-Azuay-Sevilla-Oro-Cuenca_0_975502533.html

23. <http://es.earthquaketrack.com/ec-02-cuenca/recent>



Además, para la ciudad de Cuenca, existen dos fuentes más que influyen en la sismicidad:

1. La Falla Geológica de Pallatanga: esta falla puede llegar a ocasionar aceleraciones de hasta 180 gals.
2. La Falla Geológica de Girón: esta falla presenta una actividad de 2mm/año y está clasificada como activa. (Yépez H, 1998)

Las zonas más inestables dentro de Cuenca son: Miraflores, Patamarca, Trigales, Galap, Orquídeas, San Isidro, Santa Cecilia y Nulti.

En el sector de Miraflores se pueden encontrar arcillas estratificadas clasificadas como arcillas varvadas (formada debido a una sedimentación procedente de grandes lagos en épocas glaciares.) las construcciones en esta zona han presentado trizaduras debido a un asentamiento del terreno debido a cargas.

En cuanto a la zona de Patamarca, Trigales, Orquídeas, el suelo está compuesto por limolitas, lutitas y areniscas. Aquí existen zonas con terrenos de gran inestabilidad.

En el sector de Galap existen zonas con depósitos coluviales, igualmente presentan una gran inestabilidad.

Si bien en la ciudad de Cuenca nunca se ha presenciado un sismo de magnitudes catastróficas, si ha sido testigo de una actividad sísmica considerable, por lo cual no se puede descartar que en un futuro la ciudad sufra daños en sus construcciones a causa de dicha actividad.

3.2 Daños presentados en las edificaciones de adobe en el Centro Histórico de Cuenca

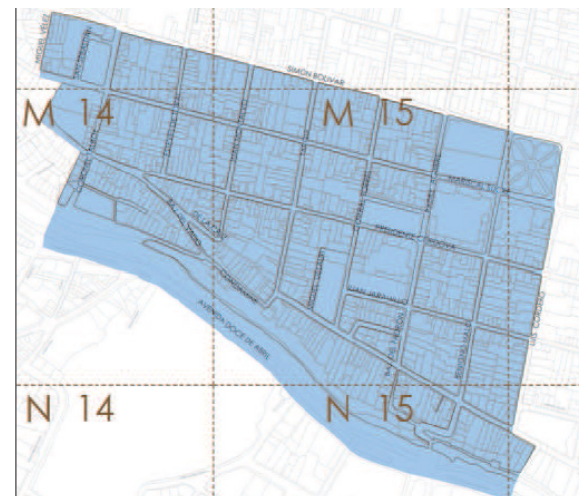
En el presente capítulo abordaremos el registro de daños más comunes que existen por diversos factores en las edificaciones localizadas en el Centro Histórico de la ciudad, mediante la delimitación de área de estudio y la aplicación de fichas en una muestra representativa. Acto seguido con la base de datos generada se procede a la elaboración de un atlas de daños, pieza clave para el desarrollo de soluciones constructivas y el diseño de muestras de laboratorio, sujetas a ensayos a compresión, flexión por carga puntual y corte diagonal.

Además se aborda el tema del riesgo sísmico dentro de la ciudad de Cuenca, factor a tomarse en cuenta en la parte final del desarrollo de tesis y la cartilla constructiva.

Al final del capítulo se obtiene la información necesaria para el desarrollo de un diseño de un módulo de adobe reforzado con Geomalla y elementos de madera, y su aplicación en un caso de restauración de una edificación y posteriormente la cartilla constructiva del sistema planteado.

Delimitación del área de estudio

El área de estudio para analizar los daños en los muros de adobe, está comprendida entre las calles: Simón Bolívar (Norte), Av. 12 de Abril (Sur), Luis Cordero (Este) y finalmente con la calle Coronel Tálbot (Oeste).



Plano del Área de Estudio
ELABORACIÓN: Grupo de Tesis.

Se toma como muestra de estudio este sector debido a que consta de los barrios más antiguos e importantes de la ciudad, la diversidad de construcciones tanto en forma como en su sistema constructivo, su relación de cercanía con hitos característicos de la urbe, conserva inmuebles con valor patrimonial y además consta con estudios varios de entidades competentes a la conservación del mismo, entre los cuales podemos citar: el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC), el proyecto World Heritage City Preservation Management, (Vlir-CPM) y la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca.

Se debe tomar en cuenta que el área seleccionada para el estudio de este capítulo, es el mismo establecido por el Proyecto Vllir-CPM, mencionado en la Tesis: “LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE LOS INMUEBLES CON VALOR HISTÓRICO – PATRIMONIAL; Y ESTUDIO DE CASO EN EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LAS CALLES: SIMÓN BOLIVAR, AV. 12 DE ABRIL, LUIS CORDERO Y CORONEL TALBOT”, de los arquitectos Nelson Galán Espinoza y Juan Carlos Iñiguez; el cual está seleccionado en base a los criterios establecidos por dicho proyecto:

- Es parte del Centro Histórico de Cuenca, que es Patrimonio Cultural de la Humanidad.
- Posee la mayor diversidad arquitectónica por su uso y función, valor patrimonial, tecnología, volumen construido, valor simbólico, etc.
- Alberga espacios paisajísticos diversos y de fuerte carácter.
- Contempla una fuerte diversidad de áreas desde el punto de vista social.
- Cuenta con el río Tomebamba como un fuerte componente paisajístico y natural.

Delimitada el área de estudio, se establece una muestra significativa de los inmuebles pertenecientes al sector, lo que se constituirá en datos importantes para llegar a una serie de conclusiones al conocer los daños más comunes que existen en los muros de adobe por diversos factores en las edificaciones tomadas, de esta forma pondremos a prueba a las geomallas y los elementos de madera, como solución a todas las agravantes obtenidas en el análisis.

Identificación de daños en lo muros de adobe de los inmuebles seleccionados en el área de estudio

Se toma una muestra significativa de los inmuebles pertenecientes a este sector, debido a la amplitud del centro histórico; de esta manera se desarrolla el trabajo de campo, cuyos resultados mostrarán los daños más comunes que existen por diversos factores en las edificaciones localizadas en el centro de la ciudad.

Esquema para registrar los daños

El esquema para registrar los daños que trata de tres aspectos importantes que son: identificación, diagnóstico y clasificación, dentro del área antes delimitada para el estudio.

Registro

Se referirá a la parte del trabajo de campo en la que se recolecta información acerca de los daños en los muros de adobe en una muestra del Centro Histórico, a través de los siguientes medios:

- Fichas de Registro
- Fotografías
- Base de Datos

De ésta manera se logra, conocer el estado actual de conservación de los muros de adobe en la muestra seleccionada, identificar los daños

provocados en los mismos, conocer las causas de dichos daños y finalmente clasificarlos para su posterior solución en la cartilla constructiva resultante.

IDENTIFICACIÓN

Es la primera etapa, y por medio de fichas de registro y fotografías se recogen los datos iniciales de los inmuebles en estudio. Es decir, se construye una base de datos con toda la información obtenida en el trabajo de campo.

En las fichas se toman en cuenta: datos del edificio, patrón de daños de muros, fotografías y observaciones si las hubiere; que permiten conocer, de forma general, el bien a estudiar.

La finalidad del proceso de identificación es recopilar información necesaria para poder generar un atlas de daños, útil a su vez en el diseño de detalles constructivos a utilizarse en la propuesta de aplicación en casos puntuales de restauración y posteriormente recopilados en la cartilla constructiva.

El atlas de daños es una etapa importante del registro de los problemas, debido a que recoge todo el trabajo anterior. Se enumeran los daños con sus definiciones, junto con las imágenes correspondientes. Finalmente, se describen las causas de los problemas.

DIAGNÓSTICO

Al conocer el estado actual, y pasada la etapa de identificación, se encuentra la segunda etapa



que es el diagnóstico; el mismo que se realiza por medio de un análisis. Es la etapa de llevar a cabo una revisión de los daños puntuales que existen en los muros de adobe dentro de cada inmueble en estudio.

El análisis comprende revisar las causas, los mecanismos y los diferentes daños, pero la forma de actuar tiene otro orden: daño, causa y mecanismos. Por ejemplo: analizaremos el desprendimiento del revoque en el muro (daño), después se observa que el motivo del mismo es la calidad del material de revoque (causa) y finalmente se analiza cómo se produce el daño (mecanismos).

ATLAS DE DAÑOS

Analizados los daños, causas y mecanismos que los provocan, llegamos a la última etapa: el atlas de daños, resumen resultante del trabajo de campo en el área de estudio.

Diseño de la ficha para identificación de daños en muros de adobe

La ficha propuesta para el trabajo de campo es la resultante de recopilar y analizar una serie de fichas sobre daños en inmuebles utilizadas en la tesis con el nombre de "LA CONSERVACION PREVENTIVA DE LOS INMUEBLES CON VALOR HISTORICO PATRIMONIAL: Y ESTUDIO DE CASO EN EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LAS CALLES: SIMON BOLIVAR, AV. 12 DE ABRIL, LUIS CORDERO Y CORONEL TALBOT", misma que recopila a su vez fichas de campo usadas en Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) y en el Proyecto Vlir-CPM. Dicha herramienta tiene el objetivo de recolectar la mayor

información referente a deterioros en sus diversas patologías.

FICHA DE REGISTRO

La ficha de identificación de daños a utilizarse en el proceso de registro, consta de dos partes claramente diferenciadas. La primera donde se ingresa los datos concernientes a la identificación del inmueble seleccionado: ubicación, nombre si lo hubiere, número de plantas, dirección, número de casa, fecha de construcción, fecha de restauración, valoración respecto a la nomenclatura usada por el proyecto Vlir – CPM, dibujo esquemático del daño en el muro, uso inicial y actual. Como resultado de los campos anteriores se conoce las características generales de la vivienda registrada.

En la segunda parte, procedemos directamente a la identificación del daño en el elemento muro de adobe, de acuerdo a las tipologías mencionadas tales como grietas, deformación, fisura, desplomo, asentamiento, desprendimiento de revoque, colapso, erosión, incompatibilidad de materiales, mismos que se describirán más adelante.

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS			
código:		CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE	
A. DATOS GENERALES A1. FECHA DE REGISTRO: 001 A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A			
B. DATOS DEL EDIFICIO B1. NOMBRE DEL INMUEBLE: Casa Salazar B2. NÚMERO DE PLANTAS: 1 planta B3. UBICACIÓN: B3.1. Dirección: Calle 12 de Abril, Correo 1000, Cuenca B3.2. Número de casa: 1000 B3.3. Fecha de construcción: 1930 B3.4. Ciudad: Cuenca Cuenca B3.5. Fecha de restauración: No definida B3.6. Uso Inicial: Convento B3.7. Uso Actual: Comercio Vivienda			
C. DATOS DEL EDIFICIO TIPO DE DAÑOS: C1. GRIETA <input type="checkbox"/> X C2. DEFORMACIÓN <input type="checkbox"/> X C3. FISURA <input type="checkbox"/> X C4. DESPLOMO <input type="checkbox"/> X C5. ASENTAMIENTO <input type="checkbox"/> X C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE <input type="checkbox"/> X C7. COLAPSO <input type="checkbox"/> X C8. EROSIÓN <input type="checkbox"/> X C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES <input type="checkbox"/> X C0. OTROS:		CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO 	
D. FOTOGRAFÍAS VISTA DE FACHADA código fotografía: DISCF4004			
001 Grieta de unión de muro de fachada código fotografía: DISCF4005		002 Grieta en cambio de sección de muro código fotografía: DISCF4006	
003 Placa en muro por asentamiento código fotografía: DISCF4007		004 Desprendimiento de revoque código fotografía: DISCF4008	
005 Placa en muro por asentamiento código fotografía: DISCF4009		006 Desprendimiento de revoque código fotografía: DISCF4010	

Orden de visita de campo a inmuebles.
ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

Determinación de la muestra para la identificación de los daños en muros de adobe

Con la delimitación del área de estudio dentro del centro histórico, por los motivos ya mencionados anteriormente, misma que se encuentra comprendida entre las calles: Simón Bolívar (Norte), Av. 12 de Abril (Sur), Luis Cordero (Este) y finalmente con la calle Coronel Tálbot (Oeste).

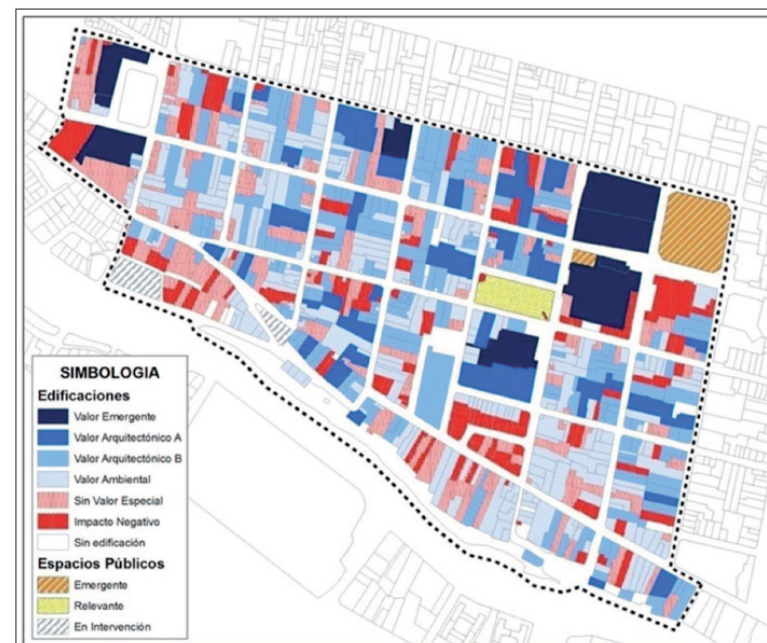
Es necesario conocer el número total de edificaciones existentes, dato inicial para la elección de una muestra representativa, que genere datos útiles para la siguiente etapa del proceso.

Los datos oficiales por parte del Proyecto Vlir-CPM*, cita la existencia de 862 inmuebles dentro del área delimitada, mismas que tienen un sistema de valoración de acuerdo a la siguiente tabla:

VALORACIÓN	No. DE EDIFICACIONES	PORCENTAJES
Valor Emergente	9	1%
Valr Arquitectónico A VAR. A	58	7%
Valr Arquitectónico B VAR. B	198	23%
Valor Ambiental	286	33%
Sin valor especial	184	21%
Impacto Negativo	114	13%
Sin edificación / en construcción	13	2%
TOTAL		100%

Cuadro de valoraciones de inmuebles dentro del área de estudio. FUENTE: "Hacia la formulación de herramientas de gestión del patrimonio de Cuenca", Proyecto VlirCPM, Nov. 2009.

Para la elaboración de la muestra se ha limitado el conjunto universo a las valoraciones de tipo valor arquitectónico A VAR A y B VAR B, representativas en cuanto a importancia e historia dentro del total de inmuebles del área de estudio.*



Plano de valoración de Pre-registro FUENTE: "Hacia la formulación de herramientas de gestión del patrimonio de Cuenca", Proyecto VlirCPM, Nov. 2009.

*" DEFINICIONES CONCEPTUALES PARA EL REGISTRO DE BIENES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE CUENCA

VALOR EMERGENTE: Son aquellas que por sus características estéticas, históricas, de escala o por su especial significado para la comunidad, cumplen un rol excepcionalmente dominante, en el tejido urbano en el que se insertan.

VALOR ARQUITECTÓNICO A VAR A: Aquellas edificaciones, que cumpliendo un rol constitutivo en la morfología del tramo o de la manzana por sus características estéticas, históricas, o por su significado social, cuentan con valores sobresalientes, lo que les confiere un rol especial dentro de su propio tejido urbano.

VALOR ARQUITECTÓNICO B VAR B: Su rol es el de consolidar un tejido urbano coherente con la estética de la ciudad, y pueden estar enriquecidas por atributos históricos o de significados importantes para la comunidad local. Desde el punto de vista de su organización espacial expresan con claridad formas de vida que reflejan la cultura y el uso del espacio de la comunidad.

VALOR AMBIENTAL: Permiten y fortalecen una legibilidad coherente de la ciudad. Son edificaciones cuyas características estéticas, históricas o de escala no sobresalen de una manera especial, cumpliendo un rol complementario de una lectura global del barrio o de la ciudad. Sus características materiales, la tecnología utilizada para su construcción y las soluciones espaciales reflejan fuertemente la expresión de la cultura popular. ..."

"Hacia la formulación de herramientas de gestión del patrimonio de Cuenca", Proyecto VlirCPM, Nov. 2009.

Además hay que destacar que dentro de los materiales predominantes en la estructura de los inmuebles dentro del área de estudio se encuentra el ladrillo con un 53%, el adobe llega al 35% y la madera un 8%. Factor a tener en cuenta al momento de realizar el muestreo necesario.

MATERIALES	No. DE EDIFICACIONES	PORCENTAJES
Ladrillo	421	49%
Adobe	281	49%
Madera - Ladrillo	9	49%
Madera	66	49%
Hormigón Armado	19	49%
Otros	66	49%
TOTAL	862	49%

TABLA 002. Cuadro de valoraciones de inmuebles dentro del área de estudio. FUENTE: "Hacia la formulación de herramientas de gestión del patrimonio de Cuenca", Proyecto VlirCPM, Nov. 2009.

De esta manera el número de inmuebles a ser tomados en cuenta para la etapa de registro sería el siguiente:

VALOR ARQUITECTÓNICO A VAR A	58
VALOR ARQUITECTÓNICO B VAR B	198
TOTAL	256

Finalmente el universo de datos para la toma de la muestra queda definido en la cantidad de 256 inmuebles, por lo tanto el número de edificaciones dentro de la etapa de registro será de 13 inmuebles es decir el 6% del total. Mismos que serán tomados de la base de datos del Proyecto Vlir-CPM a aquellos que en los muros (estructura) su materialidad sea predominante el Adobe y además se encuentren dentro de Valoración Arquitectónica A VAR A y B VAR B. Cabe resaltar que el número final de la muestra ha quedado delimitado por la accesibilidad al inmueble, además de que el registro ha sido de manera general y a simple vista, con el objetivo de enumerar los daños frecuentes en las edificaciones del Centro Histórico.


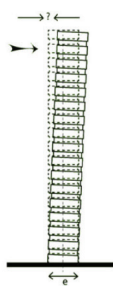



ILUSTRACIÓN 004 . Plano materiales predominantes en la estructura. FUENTE: "Hacia la formulación de herramientas de gestión del patrimonio de Cuenca", Proyecto VlirCPM, Nov. 2009.

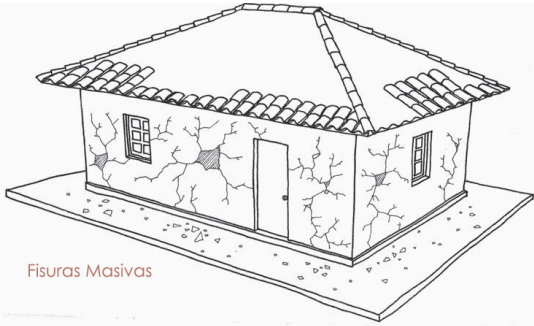
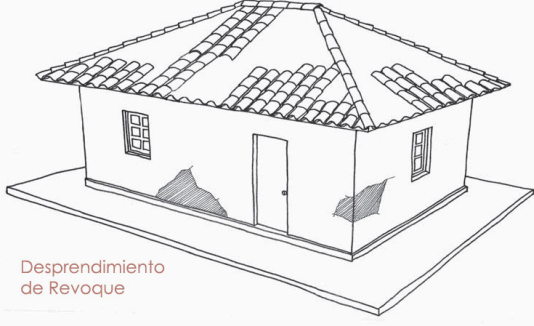
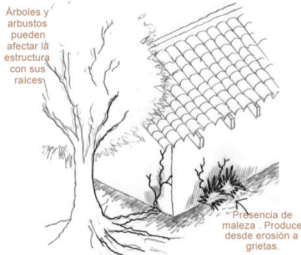


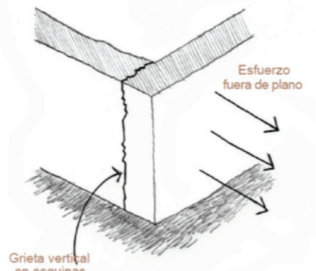
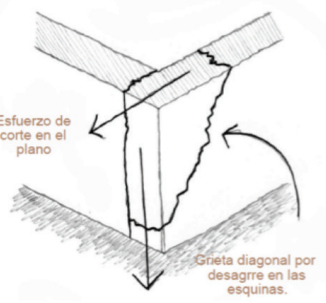
ILUSTRACIÓN 005 . Orden de visita de campo a inmuebles. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

3.3 Atlas de Daños

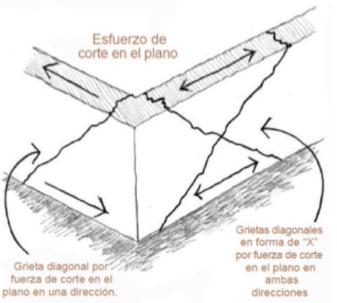

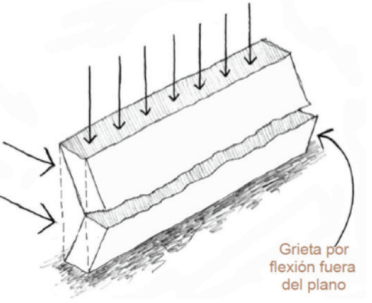
Daño	¿ Qué es?	Causas	Consecuencias	Gráfico
Colapso	Hace referencia al derrumbe total o parcial de un muro	Se produce debido al asentamiento de la cimentación, fatiga de materiales, sismos, mala ubicación de vanos, etc	El colapso de una sección de muro puede llegar a comprometer la estabilidad	 <p>Esfuerzo fuera del plano</p> <p>Colapso por mala ubicación del vano</p>
Desaplomo	Es la pérdida de la verticalidad en un muro, desplazamientos o deformaciones	Producidos principalmente por sismos o peso exceso en pisos superiores o cubierta	El desaplomo de muros puede llegar a provocar inestabilidad de la edificación y posterior colapso de esta	
Asentamiento por cimentación	Es la pérdida de nivel del suelo de una edificación por el desplazamiento del terreno	Ocasionado por sismos o inundaciones	Provoca colapsos, desaplomo, grietas y fisuras en los muros	 <p>Deformación del piso por asentamiento del cimiento</p>

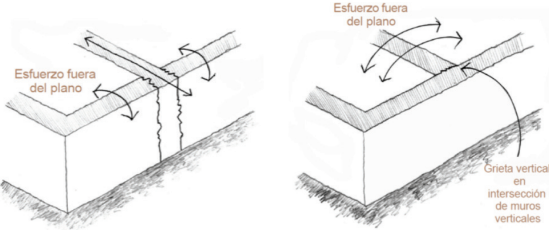


Daño	¿Qué es?	Causas	Consecuencias	Gráfico
Fisura	Son pequeñas aberturas longitudinales que se presentan en la superficie de un muro	Ocasionado por sismos, vientos, contracción por temperatura, vibraciones y acciones mecánicas	Causa erosión, anidamiento de insectos y puede dar paso a la generación de grietas	 <p>Fisuras Masivas</p>
Desprendimiento del Revoque	Es la separación del acabado del muro	Se debe a lesiones previas, humedad, grietas o sismos	Provoca humedad y dependiendo de la intensidad puede llegar a comprometer la estabilidad del muro	 <p>Desprendimiento de Revoque</p>
Erosión	Es la descomposición y desgaste que sufre tanto el revoque como los bloques de adobe en un muro	Causada por agentes ambientales (agua, viento, etc)	Debilitamiento de los muros, fisuras y grietas	 <p>Árboles y arbustos pueden afectar la estructura con sus raíces</p> <p>Presencia de maleza: Produce desde erosión a grietas.</p>

Daño	¿Qué es?	Causas	Consecuencias	Gráfico
Grietas	Son aberturas longitudinales en muros y elementos constructivos. Las pasantes afectan la sección del muro, siendo evidentes en ambas caras. Las no pasantes no seccionan al muro siendo visibles solamente en una cara	Las causas variarán de acuerdo al tipo de grieta	Las consecuencias variarán de acuerdo al tipo de grieta	
Grietas verticales en las esquinas	Se presentan debido a la flexión y tracción de los movimientos fuera del plano en la interacción de muros perpendiculares	Se produce cuando existe un amarre débil o la falta de éste entre las partes involucradas	Separación de los muros causando debilitamiento de la estructura	 <p>Diagrama que muestra una grieta vertical en la esquina de un muro. Se indican los esfuerzos fuera de plano que causan la separación de las partes involucradas.</p>
Grietas diagonales por desgarre en las esquinas	Son grietas que empiezan en la parte superior del muro y se prolongan hasta la esquina inferior	Producida por la fuerza de corte en el plano	Debilitamiento y posible desprendimiento del muro	 <p>Diagrama que muestra una grieta diagonal por desgarre en la esquina de un muro. Se indican los esfuerzos de corte en el plano que causan el debilitamiento y posible desprendimiento del muro.</p>



Daño	¿Qué es?	Causas	Consecuencias	Gráfico
Grietas diagonales por fuerza de corte en el plano	Son grietas que tienen forma de "X" o aspa. Son la combinación de grietas de corte	Se presentan debido a sismos que producen movimientos alternos en direcciones opuestas en el plano del muro	Debilitamiento de la estructura	 <p>Esfuerzo de corte en el plano</p> <p>Grietas diagonales en forma de "X" por fuerza de corte en el plano en ambas direcciones.</p> <p>Grieta diagonal por fuerza de corte en el plano en una dirección.</p>
Grietas en las aberturas	Son grietas que se presentan en vanos de puertas y ventanas	Se producen debido a la alta concentración de esfuerzos en estas áreas y la incompatibilidad mecánica del adobe y los dinteles de madera	Asentamientos y deformaciones	 <p>Grieta en el vano de ventana. Primero las superiores, luego las inferiores.</p>
Grietas por flexión fuera del plano	Son grietas que se presentan cerca de la base del muro y de manera horizontal	Se producen debido a la flexión fuera del plano. Son comunes en muros libres o mal arriostrados	Asentamientos y deformaciones	 <p>Grieta por flexión fuera del plano</p>

Daño	¿Qué es?	Causas	Consecuencias	Gráfico
Grietas en intersección de muros perpendiculares	Son grietas que aparecen en la intersección de muros perpendiculares	Son causa de una mala traba	El esfuerzo fuera del plano del muro puede producir grietas tanto en el muro exterior como en el interior	

Además de los daños recién presentados, existe el daño al valor patrimonial, donde la incorporación de nuevos materiales (ladrillos, bloques de hormigón, acero, etc.) en la restauración de viviendas tradicionales de adobe atenta gravemente al valor patrimonial que posee la edificación, tanto en la incompatibilidad estructural como estética. En muchos casos el uso de nuevos materiales produce un daños irreversibles o de compleja reparación (como cobertura de pinturas murales).

Soluciones tipo para daños en muros de adobe

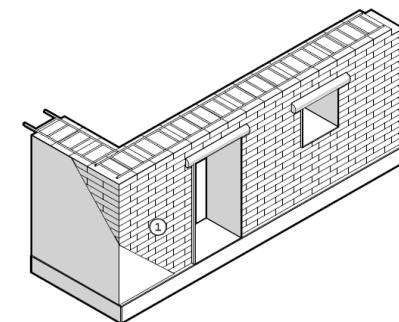
Llaves de amarre con piezas de madera:

Consisten en piezas de madera que se colocan en zonas críticas de los muros de adobe y resisten los esfuerzos a tracción. Generalmente las llaves llevan el peso de dos metros de altura del muro, intercalándose verticalmente cada 1.5 a 2 m. cuando los muros se encuentran perpendicularmente, se colocan dos piezas paralelas a lo largo de los muros, cruzándose y trabándose a media madera. Los adobes se colocan luego para que las llaves queden perdidas en estos. Los elementos de madera se cubren con mortero de barro, para que esta quede comprimida. Los tipos de llaves que existen son:

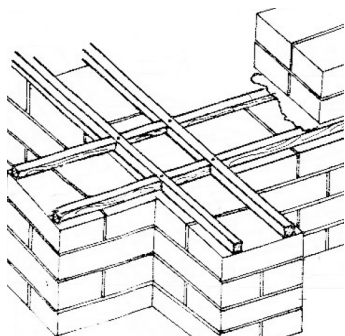
- Llave en “L” Llave en “U”
- Llave en “T” Llave lineal



Llave de amarre en encuentro de muros. FUENTE: FUNDACION ALTIPLANO, “Guía práctica para talleres de capacitación en la restauración en adobe”, Chile, Arica, Sexta Edición, 2010 – 2012. Pág. 25



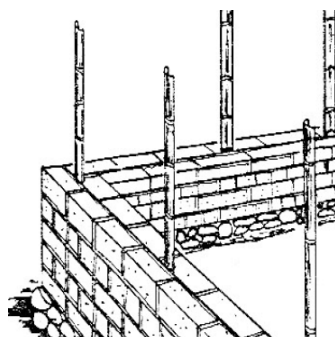
LLAVE DE AMARRE EN UNION DE MUROS EN L. FUENTE: “MANUAL DE CATASTRO, RECONOCIMIENTO DE LA EDIFICACIÓN” www.re-construye.cl. Pág. 2.



REFUERZO LLAVE EN T. FUENTE: SIAVICHAY, Diego y otros. TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA", Ecuador, Cuenca, 2010. Pág. 158

Llaves de amarre con caña:

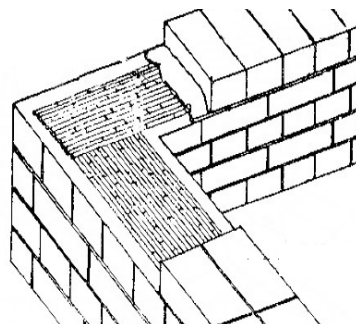
El uso de la caña como refuerzo, se da al aplastar la caña hasta que quede plana, colocándola cada 4 a 5 hiladas, con el mismo mortero alrededor de toda la construcción.



REFUERZO CON CAÑA. FUENTE: SIAVICHAY, Diego y otros. TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA", Ecuador, Cuenca, 2010. Pág. 157

Llaves de amarre con Carrizo: Se lo coloca en todo el largo de los muros de adobe y también en las esquinas, con el mismo mortero, el carrizo se lo puede conseguir en dimensiones variables que van desde los 3 a 4 metros de largo o más.

Su colocación será en forma de enchacleado, dejando un margen alrededor de el filo de los muros de adobe carrizos uno a lado del otro de forma secuencia.

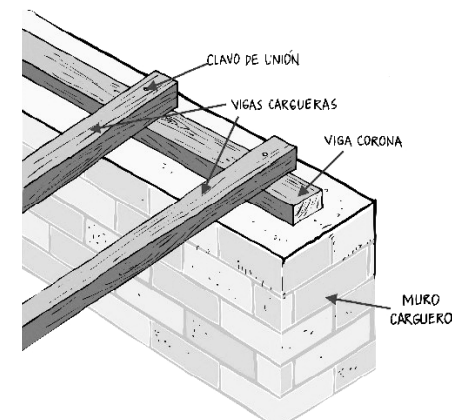


REFUERZO CON CARRIZO. FUENTE: SIAVICHAY, Diego y otros. TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA", Ecuador, Cuenca, 2010. Pág. 158

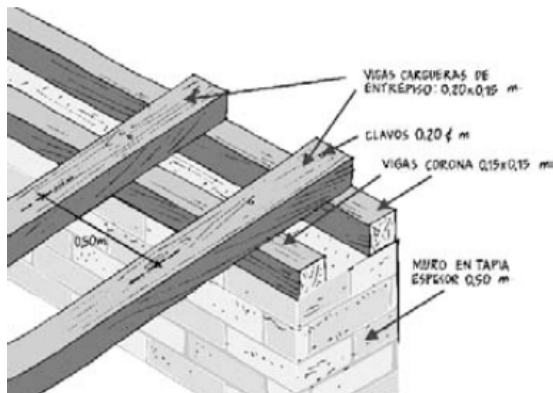
Vigas soleras:

Su configuración es similar a la de las llaves, tienen travesaños, largueros, uniones a media madera, la diferencia es que estas vigas van a todo lo largo del muro, rodeando la estructura. Se usan comúnmente en los muros de una torre-campanario. Las vigas se anclan al muro de la siguiente manera:

- Hacer un agujero en el muro de 3" de diámetro y 60 cm de profundidad.
- Rellenar el agujero con mortero de barro.
- Clavar una estaca de madera de 2" de diámetro x75cm de largo, sujetando al larguero y travesaño con alambre N°8 tortoleado.
- En las esquinas internas y externas se colocan pletinas de conexión entre las tablas de madera. Las pletinas internas se sujetan con tornillos golosos y/o con pernos de conexión. Las pletinas externas de 1/8" se instalan con tornillos golosos.
- En caso de traslapes de los elementos de madera se puede utilizar un perno de conexión adicional.
- Por último se coloca segmentos de mallas sobre los elementos de madera para dar el acabado final con mortero.



VIGA CORONA SENCILLA CON VIGAS DE CARGA. YAMIN Luis, y otros; "Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada", Colombia, Bogotá, Apuntes, 2007. Pág. 294



VIGA CORONA DOBLE CON VIGAS DE CARGA YAMIN Luis, y otros; "Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada", Colombia, Bogotá, Apuntes, 2007. Pág. 294



VIGA SOLERA FUNDACION ALTIPLANO, "Guía práctica para talleres de capacitación en la restauración en adobe", Chile, Arica, Sexta Edición, 2010 – 2012. Pág. 7

Tensores metálicos

Para este refuerzo se utilizan tensores de un diámetro de $\frac{3}{4}$ " que atraviesan perpendicularmente al muro, desde el ambiente al otro. En sus extremos se anclan a placas de madera de 1"x1" y una tuerca metálica.



TENSORES METÁLICOS FORMALETAS http://www.alquiestructuras.com/photos/productos_accesorios_de_formaletas.jpg

Grouts :

El grout o "lechada de relleno" consiste en una mezcla de cemento y agua, dosificada adecuadamente para obtener una consistencia que permita aplicarse sin producir la separación de sus componentes. El grout a diferencia del mortero no contiene agregados y se suministra con una consistencia que permite su colocación. El grout se emplea para el relleno de cavidades en la mampostería, permitiendo una continuidad entre los elementos de la edificación. En proyectos de menor escala, cuando se requieren pequeñas cantidades de Grout, éstas son dosificadas y preparadas en sitios, mientras que en proyectos de mayor escala se requiere una asesoría del proveedor.

Cuando las grietas a repararse son menores a 1cm, se procede de la siguiente manera:

- Se sellan ambas caras de las fisuras con yeso, la masa se coloca con la ayuda de una espátula y se va acomodando con la mano, cada 20cm se dejan accesos o boquillas para inyectar posteriormente el Grout. Las boquillas

pueden ser tubos plásticos de 3cm de diámetro que se retiran una vez que se seque el yeso.

- Se inyecta agua en las boquillas. El agua ayuda a limpiar las fisuras, mojar la superficie y sirve de lubricante al mortero de inyección.
- A continuación se aplica la inyección de mortero fluido. Esta mezcla se prepara con tierra tamizada, que pase la malla N°10, para eliminar los agregados gruesos. El yeso representa el 20% en peso y el agua el 35%. Es decir, por cada 10kg de tierra, se utiliza 2kg de yeso y 3.5 litros de agua. En fisuras verticales se vierte la mezcla desde la parte inferior.
- Para terminar se retira el sello de yeso con una espátula y se retoca la superficie exterior con el mismo mortero hasta dar un buen acabado.

Cuando las grietas superan los 2cm, la tierra ya no se tamiza, el porcentaje de yeso es del 20% y el agua se va agregando hasta obtener una masa plástica. En este caso la mezcla se aplica en la grieta acuñándose con una madera, de igual manera, previamente a la aplicación del mortero se moja la superficie interior de la grieta.



GROUTS ADOBE <http://www.tendencias21.net/photo/art/default/1030233-1296210.jpg?v=1289405708>

Malla de polímero:

Otra posibilidad para el refuerzo de muros de adobe es el uso de geomallas que cuenten con las propiedades estándares de resistencia y rigidez.

Ejemplo: geomalla TENSAR BX4100, TENSAR BX1100 o sus equivalentes. Primeramente se retira el tarrajeo del muro. Se perfora la pared cada 30cm horizontal y verticalmente, utilizando un taladro con broca de 3/8".

Se corta la malla con una tijera gruesa adaptándola de la mejor manera a las dimensiones de la pared. Se la amarra en ambos lados del muro, sujetándola provisionalmente con clavos doblados.

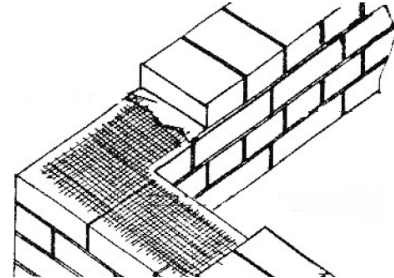
Se amarra la malla de un lado a otro utilizando para esto una aguja con 4 hilos de rafia, que se pasa por los agujeros. Por último se enlucra la pared utilizando solamente barro, barro con paja, barro con cal o con yeso.²⁴



VIGA SOLERA CON GEOMALLA FUNDACION ALTIPLANO, "Guía práctica para talleres de capacitación en la restauración en adobe", Chile, Arica, Sexta Edición, 2010 – 2012. Pág. 35

Malla metálica:

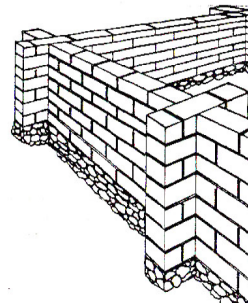
El refuerzo con malla consta, de colocar pedazos de malla metálica cada 4 a 5 hiladas en las esquinas de los muros de adobe. El recorte de la malla será menor al ancho de los muros.



REFUERZO CON MALLA METÁLICA SIAVICHAY, Diego y otros. TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA", Ecuador, Cuenca, 2010. Pág. 157

Contrafuertes:

Este refuerzo vertical se lo usa en las esquinas o en los encuentros en T, prolongando hacia el exterior la medida necesaria que varía entre 30 a 60 cm, o de acuerdo a la Norma, su longitud en la base no será menor que 3 veces el ancho del muro que se desea arriostrar.

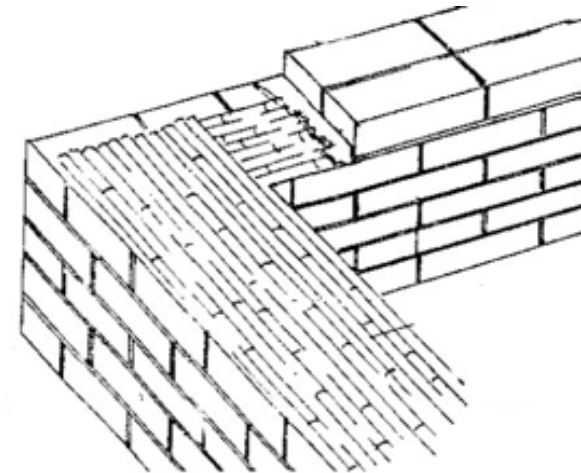


REFUERZO CONTRAFUERTE SIAVICHAY, Diego y otros. TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA", Ecuador, Cuenca, 2010. Pág. 159

Caña Guadua:

Es un refuerzo vertical que donde la caña guadua dividida ira desde el sobre cimientto hasta alcanzar con la viga solera, de la misma forma se utilizara el carrizo, solo que de manera entera.

Estos elementos se colocaran cada 80 cm, realizando la primera hilada ha tizón, luego se coloca la segunda hilada de adobes a soga, coincidiendo las uniones de los adobes de la primera hilada con esta, sin alterar la traba normal del muro.²⁵



REFUERZO CON CAÑA GUADUA SIAVICHAY, Diego y otros. TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA", Ecuador, Cuenca, 2010. Pág. 159

24 MUJICA, Damariz y Otros. "PLATAFORMA DE PRESERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE BARRO". Universidad de Talca. Chile. 2010.

25 SIAVICHAY, Diego y otros. TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA", Ecuador, Cuenca, 2010. Pág. 159

Registro de inmuebles

Identificados los inmuebles a visitarse, se procede a la recolección de datos generales de información, tales como su ubicación, tipo de valoración, número de plantas, uso actual y orden de visita, mismos que conformarán la base de datos.

En la tabla 003, se muestra el resumen de la información adquirida durante el proceso:

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN	No. DE PLANTAS	USO INICIAL	USO ACTUAL	ORDEN DE VISITA
FICHA 001	VIVIENDA FLJA. SALAZAR	Padre Aguirre entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo	Valor Arquitectónico A VAR A	2 PLANTAS	Convento	Comercio Vivienda	001
FICHA 002	COMERCIO PLAZA SAN FRANCISCO	San Francisco entre Padre Aguirre y General Torres	Valor Arquitectónico A VAR A	2 PLANTAS	Vivienda	Comercio Vivienda	002
FICHA 003	VIVIENDA, OFICINAS, PARQUEADEROS	Tarqui entre Bolívar y Sucre	Valor Arquitectónico A VAR A	2 PLANTAS	Vivienda	Oficinas Vivienda Parquederos	003
FICHA 004	CLÍNICA MUNICIPAL	Bolívar entre General Torres y Tarqui	Valor Arquitectónico A VAR A	2 PLANTAS	Vivienda	Clínica Municipal	004
FICHA 005	HOTEL MANSIÓN ALCÁZAR	Bolívar entre General Torres y Tarqui	Valor Arquitectónico A VAR A	2 PLANTAS	Vivienda	Hotel	005
FICHA 006	CASA DE LOS ARCOS	Tarqui y Calle Larga	Valor Arquitectónico A VAR A	4 PLANTAS	Vivienda	Museo Universitario	006
FICHA 007	VIVIENDA DESHABITADA	Tarqui entre Calle Larga y Presidente Córdova	Valor Arquitectónico A VAR A	3 PLANTAS	Vivienda	Vivienda	007
FICHA 008	CASA RENTERA BAÑOS CALIENTES	Tarqui entre Calle Larga y Presidente Córdova	Valor Arquitectónico A VAR A	2 PLANTAS	Vivienda	Comercio Vivienda	008
FICHA 009	VIVIENDA	Bajada del Vado y Calle de la Cruz	Valor Ambiental	2 PLANTAS	Vivienda	Vivienda	009
FICHA 010	VIVIENDA DESHABITADA	Bajada del Vado y Presidente Córdova	Valor Arquitectónico A VAR A	2 PLANTAS	Vivienda	Vivienda Abandonada	010
FICHA 011	VIVIENDA	Bajada del Vado y Calle de la Cruz	Valor Arquitectónico B VAR B	2 PLANTAS	Vivienda	Vivienda	011
FICHA 012	VIVIENDA	Bajada del Vado y Calle de la Cruz	Valor Arquitectónico B VAR B	1 PLANTA	Vivienda	Vivienda Abandonada	012
FICHA 013	VIVIENDA	Calle de la Cruz y Juan Montalvo	Valor Ambiental	2 PLANTAS	Vivienda	Vivienda Abandonada	013

TABLA 003. Orden de visita de campo a Inmuebles e información básica. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

Identificación de daños

Haciendo uso de la base de datos recolectada, ésta se complementa con la visita de campo en el orden indicado en la tabla 003, mediante fichas de recolección de datos acerca de la tipología de daños existentes dentro de los inmuebles escogidos. A continuación en las tablas siguientes, se resume la información adquirida de cada una de ellas, además las tablas anexas al documento muestran fotografías e información adicional de cada edificación.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 001	VIVIENDA FLJA. SALAZAR	Padre Aguirre entre Presidente Córdova y Juan Jaramillo	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS CAUSA		
	GRIETAS	Unión de muros esquineros, cambio de sección de muros, asentamiento en vanos de puertas.	
	FISURA	Fisuramiento del revoque. Peso excesivo de cubierta sobre los muros.	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Humedad, presencia de materiales no compatibles con el adobe (revestimiento de mortero a base de cemento)	



No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 002	COMERCIO PLAZA SAN FRANCISCO	San Francisco entre Padre Aguirre y General Torres	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETAS	Unión de muros esquineros, cambio de dirección del muro. Asentamiento del muro.	
	FISURA	Fisuramiento del revoque (revestimiento de mortero a base de cemento)	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Presencia de materiales no comparibles con el adobe (revestimiento de mortero a base de cemento)	
	EROSIÓN	Particularmente presente en los muros laterales, debido a que no cuentan con revoque.	

Resumen FICHA 002. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 003	VIVIENDA, OFICINAS, PARQUEADEROS	Tarqui entre Bolívar y Sucre	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETAS	Unión de muros con elementos de mampostería de ladrillo (arcos).	
	FISURA	Fisuramiento del revoque (revestimiento de mortero a base de cemento)	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Presencia de materiales no comparibles con el adobe (revestimiento de mortero a base de cemento)	

Resumen FICHA 003. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 004	CLÍNICA MUNICIPAL	Bolívar entre General Torres y Tarqui	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Sobrepeso de planta alta sobre planta baja. Presencia de grietas pronunciadas que hacen preveer un futuro colapso.	
	DEFORMACIÓN	Presencia de deformaciones en el muro por asentamiento de planta alta, tanto en llenos como en vanos.	
	FISURA	Presentes en el revoque del muro, debido a asentamiento.	
	DESPLOMO	Desplomo del muro debido a asentamiento por peso excesivo.	
	ASENTAMIENTO	Presente en muro en planta baja, lo que provoca grietas considerables.	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Debido a asentamiento.	

Resumen FICHA 004. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 005	HOTEL MANSIÓN ALCÁZAR	Bolívar entre General Torres y Tarqui	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	FISURA	Fisuramiento del revoque (revestimiento de mortero a base de cemento)	

Resumen FICHA 005. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 006	CASA DE LOS ARCOS	Tarqui y Calle Larga	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Por asentamiento de cubierta, presente en vanos de puertas y ventanas.	
	FISURA	Presentes en el revoque del muro (revestimiento de mortero a base de cemento), debido a asentamiento.	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Presencia de materiales no comparibles con el adobe (revestimiento de mortero a base de cemento), humedad.	

Resumen FICHA 006. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 007	VIVIENDA DESHABITADA	Tarqui entre Calle Larga y Presidente Córdova	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Unión de muros esquineros, cambio de dirección del muro. Asentamiento del muro. Vanos de puertas y ventanas	
	DEFORMACIÓN	Deformación por asentamiento de muros, tanto en planta baja y planta alta	
	FISURA	Presentes en el revoque del muro (revestimiento de mortero a base de cemento), debido a asentamiento.	
	ASENTAMIENTO	En planta baja, número de pisos (4 pisos), cimientos pequeños	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Presencia de materiales no comparibles con el adobe (revestimiento de mortero a base de cemento), humedad.	
	EROSIÓN	Particularmente presente en los muros laterales, debido a que no cuentan con revoque.	

Resumen FICHA 007. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 008	CASA RENTERA BAÑOS CALIENTES	Tarqui entre Calle Larga y Presidente Córdova	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Unión de muros esquineros, cambio de dirección del muro. Asentamiento del muro. Vanos de puertas y ventanas	
	FISURA	Presentes en el revoque del muro (revestimiento de mortero a base de cemento), humedad.	
	EROSIÓN	Presente en los muros laterales, debido a que no cuentan con revoque.	
	DESprendimiento de revoque	Presencia de materiales no comparibles con el adobe (revestimiento de mortero a base de cemento), agentes naturales	

Resumen FICHA 008. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 009	VIVIENDA	Bojada del Vado y Calle de la Cruz	Valor Ambiental
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Grietas por asentamiento de muro	
	DEFORMACIÓN	Muro asentado y sin anclamiento	
	DESPLOMO	Debido a que no tiene anclamiento	
	ASENTAMIENTO	Por erosión en base de muro	
	DESprendimiento de revoque	Agentes naturales y vandalismo.	
	EROSIÓN	Por desprendimiento de revoque y agentes naturales	

Resumen FICHA 009. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 010	VIVIENDA DESHABITADA	Bojada del Vado y Presidente Córdova	Valor Arquitectónico A VAR A
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Unión de muros esquineros, cambio de dirección del muro. Asentamiento del muro.	
	DEFORMACIÓN	Debido a asentamiento de muro, actualmente se encuentra apuntalado.	
	DESprendimiento de revoque	Por agentes naturales y falta de mantenimiento	
	EROSIÓN	Por desprendimiento de revoque y agentes naturales, en muros laterales colindantes	

Resumen FICHA 010. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 011	VIVIENDA	Bajada del Vado y Calle de la Cruz	Valor Arquitectónico B VAR B
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Unión de muros esquineros, cambio de dirección del muro.	
	FIURA	Presentes en el revoque del muro (revestimiento de mortero a base de cemento)	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Presencia de materiales no compatibles con el adobe (revestimiento de mortero a base de cemento)	

Resumen FICHA 011. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 012	VIVIENDA	Bajada del Vado y Calle de la Cruz	Valor Arquitectónico B VAR B
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Por deformación del muro.	
	DEFORMACIÓN	Falta de mantenimiento y arriostamiento	
	FIURA	Por desprendimiento de revoque	
	DESPLOMO	Por deformación del muro.	
	ASENTAMIENTO	Debido a erosión en parte inferior del muro	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Por agentes naturales y falta de mantenimiento	

Resumen FICHA 012. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

No. FICHA	REFERENCIA	DIRECCIÓN	TIPO DE VALORACIÓN
FICHA 013	VIVIENDA	Calle de la Cruz y Juan Montalvo	Valor Ambiental
	TIPOLOGÍA DE DAÑOS	CAUSA	
	GRIETA	Asentamiento total de la vivienda. Unión de muros con vivienda vecina.	
	DEFORMACIÓN	Debido a asentamiento existente, con tendencia a futuro desplome.	
	FIURA	Por desprendimiento de revoque y perforaciones varias.	
	DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	Por agentes naturales y falta de mantenimiento	

Resumen FICHA 013. ELABORACIÓN: Equipo de Tesis.

Tabulados los datos obtenidos de cada una de las fichas utilizadas durante las visitas de campo, los daños comunes en las edificaciones del Centro Histórico son las grietas en el encuentro de muros, cambio de sección, fisuras por asentamientos ya sea por el peso de cubiertas o por la esbeltez de los muros, desprendimiento de revoque generalmente por revestimiento de mortero de cemento y erosión de muros laterales por falta de revoque en muros. Hay que destacar la existencia de otras patologías, pero no son tan frecuentes como las antes mencionadas.





3.4 ENSAYOS DE SUELOS

Análisis granulométrico

Para poder determinar la composición del suelo con el que se elaboró los adobes, se procedió a realizar un ensayo granulométrico con ellos. Mediante este ensayo se puede llegar a conocer el porcentaje de gravas, arenas, limos y arcillas que contiene el suelo.

PROCEDIMIENTO

1. Se picó un ladrillo de adobe (utilizados para los ensayos) con un martillo de goma hasta homogeneizar la tierra, sin destruir sus partículas individuales y se cuarteó obteniendo una muestra más pequeña para su posterior secado.
2. Esta tierra se secó al fuego en una bandeja metálica y se pesó hasta obtener otra muestra mínima recomendada. En este caso, cuyas partículas medían menos de 5mm, el peso debía ser de 500 gr aproximadamente.
3. Se vertió la tierra en el tamiz N°4, el cual se supepone en una serie de tamices que se ordenan según el tamaño de su malla, de mayor a menor.
4. El juego de tamices se colocó en un vibrador mecánico alrededor de 10 minutos.
5. Las porciones retenidas en cada tamiz se colocaron en bandejas para pesarlas. Los tamices se limpiaron con cepillo para evitar la retención de partículas.

Sin embargo en este tamizado no es posible determinar el porcentaje de limos y arcillas por separado. Para ello se requiere completar con un ensayo que defina la plasticidad del suelo.

TAMIZ N°	TAMAÑO DE MALLA (mm)	PESO (gr)	%	
4	4,75	13,35	2,67	Gravas
8	2,36	63,92	12,78	
16	1,18	99,53	19,90	Arenas
30	0,6	112,10	22,41	
50	0,3	86,36	17,27	
100	0,15	50,10	10,02	
200	0,075	32,61	6,52	Limos y Arcillas
Bandeja				
	TOTAL	499,33	99,84	



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS

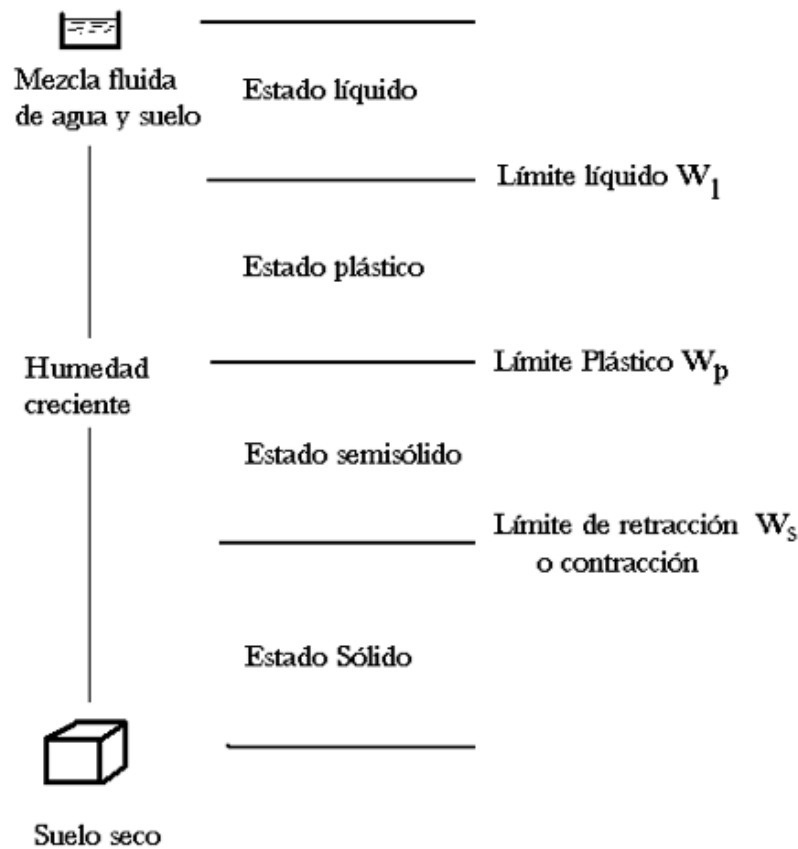
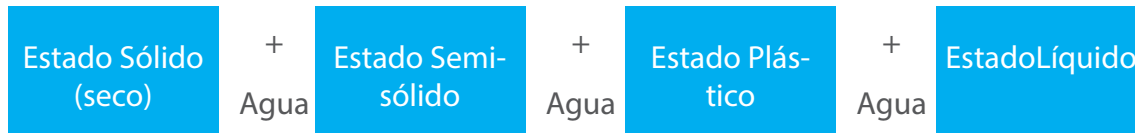


PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO" FUENTE: GRUPO DE TESIS

LÍMITES DE ATTERBERG



Los contenidos de humedad que hallamos en cada transición corresponden a los límites de Atterberg.

Los ensayos que se realizan miden la cohesión del suelo y el contenido de humedad, definidos por tres clases de límites:

- **Límite Líquido:** sucede cuando el suelo pasa de estado líquido a plástico. Para realizar la prueba se preparó una mezcla de suelo y agua, la cual se colocó en la cuchara de Casagrande. Se hizo un canal en el medio de un centímetro aproximadamente. La cuchara se golpea hasta conseguir que las dos partes de la mezcla se unan. El ideal es que esto se logre a los 25 golpes exactos, pero como no siempre es posible, se repitió el proceso cuatro veces, tomando en cada una de ellas una muestra de la tierra y registrando el número de golpes para poder trazar luego una gráfica.
- **Límite Plástico:** en este ensayo se mide el contenido de humedad para el cual no es posible realizar un cilindro con el suelo de diámetro de 3 mm. Para ello se mezcló tierra y agua, se moldeó un cilindro, este se amasó hasta que llegue a los 3mm y fracase, repitiendo el proceso 3 veces. Así mismo se tomó muestra de la tierra con su respectivo peso.
- **Límite de Contracción:** para este ensayo se seca una porción de suelo a 110 °C, calculando luego la humedad perdida mediante los siguientes datos:

1. Densidad del agua (Volumen Inicial – Volumen Final) = Masa de agua perdida

2. Humedad perdida = Masa de agua perdida / Masa suelo seco

3. Límite de Contracción = Humedad inicial – Humedad perdida

Una vez realizados estos tres ensayos obtuvimos los siguientes resultados.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

FECHA:

22/11/2013

CÓDIGO: L.S.-A008

GRANULOMETRIA

Tamíz	Peso Retenido Parcial	Peso Retenido Acumulado	% Retenido	% Que Pasa	% Especificado
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	
Nº4	12,20	12,20	1,74	98,26	
PASA Nº4					
Nº8					
Nº10	33,60	45,80	6,53	93,47	
Nº40	117,40	163,20	23,28	76,72	
Nº50					
Nº100	55,50	218,70	31,20	68,80	
Nº200	28,20	246,90	35,22	64,78	
ASA Nº200	3,90	250,80			
TOTAL	250,80				

HUMEDAD NATURAL

Nº Tarro	Nº Golpes	Peso Húmedo	Peso Seco	Peso Tarro	% De Humedad	% Promedio

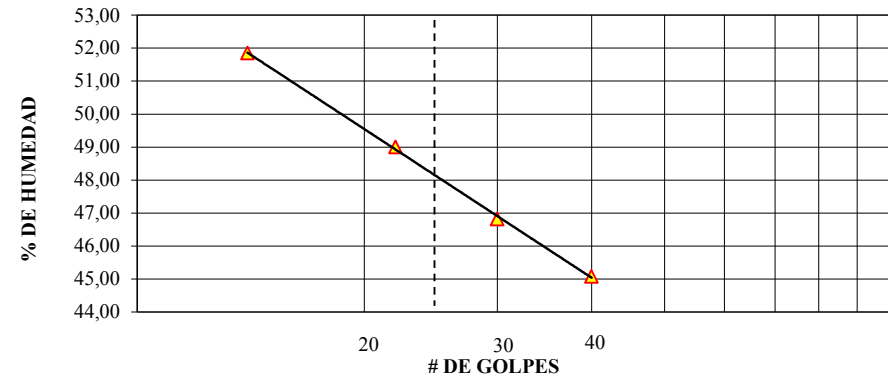
LIMITE LIQUIDO

105	40	22,98	18,91	9,88	45,07	48,11
15	30	22,43	18,53	10,2	46,82	
2	22	23,96	19,81	11,34	49,00	
99	14	23,91	19,28	10,35	51,85	

LIMITE PLASTICO

56	-----	12,77	12,27	10,61	30,12	30,53
160	-----	12,82	12,41	11,07	30,60	
9	-----	11,2	10,95	10,14	30,86	

HUMEDAD/# DE GOLPES.



CUARTEO

P. ANTES ENSAYO = gr P. HUM = 701,00 gr
P. DESP. ENSAYO = gr P. SECO = 701,00 gr
P. DESP. = 250,80 gr

CLASIFICACIÓN

SUCS	SM	HUMEDAD NATURAL:	0,00 %
		LIMITE LIQUIDO:	48,11 %
		INDICE PLASTICO:	17,58
		INDICE DE GRUPO:	





PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS



PROCESO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO" FUENTE: GRUPO DE TESIS

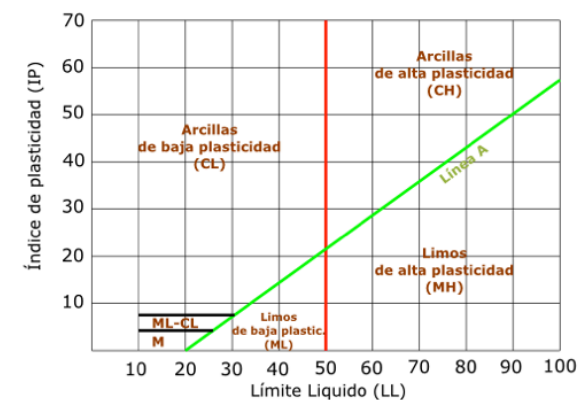
Divisiones mayores			Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos más del 50% retenido en el tamiz nº200 (0.075 mm)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz nº4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz nº200	GW	grava bien gradada, grava fina a gruesa
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	GP	grava pobremente gradada
			GM	grava limosa
			GC	grava arcillosa
	Arena < 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz nº4	Arena limpia	SW	Arena bien gradada, arena fina a gruesa.
			SP	Arena pobremente gradada
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino más del 50% pasa el tamiz No.200	limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML	limo
			CL	arcilla
		orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
	limo y arcilla límite líquido ≥ 50	inorgánico	MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
			CH	Arcilla de alta plasticidad
		orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos			Pt	turba

Tabla de Símbolos:
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Unificado_de_Clasificaci%C3%B3n_de_Suelos

Según la clasificación de suelos de la Aashto, indica-
da en los dos siguientes cuadros y conforme con los
resultados obtenidos en laboratorio se pudo concluir
que el tipo de suelo de los adobes utilizados fue ML,
limo de baja plasticidad.

El comportamiento mecánico de este tipo de suelo,
varía de malo a aceptable, con una capacidad de dre-
naje aceptable a mala. Su densidad óptima es de 1,60
a 2,00 P.M. y su CBR in situ de 5 – 15.

Gráfica de plasticidad del USCS



http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Unificado_de_Clasificaci%C3%B3n_de_Suelos

* Índice Plástico = límite líquido – límite plástico

ELABORACIÓN DE MUESTRAS Y ENSAYOS

Continuando con el desarrollo del presente capítulo, entramos a la etapa más importante dentro del mismo, la elaboración de muestras de laboratorio que resuman el sistema constructivo de uso de geomallas y elementos de madera en la restauración de muros de adobe, y su puesta a prueba en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería civil, a diferentes esfuerzos y cargas, para comprobar su efectividad y el aumento de la resistencia del elemento constructivo muro de adobe.

Para elaboración de las muestras propiamente dichas, nos sujetaremos a la Norma de Edificación E.080 de Adobe, del Reglamento Nacional de Edificaciones de la República del Perú, además de su Anexo No. 1 Refuerzo de Geomalla en las Edificaciones de Adobe. Cabe resaltar en este punto que se toma dicha normativa, debido a que la Norma Ecuatoriana de la Construcción, no tiene contemplaciones al desarrollo de ensayos en adobe, mucho menos con el refuerzo de madera y geomalla.

Otro punto a tomarse en cuenta dentro de la elaboración de las muestras es las limitantes presentadas, tales como el tamaño de la máquina existente en el laboratorio de materiales, misma que realizó las pruebas que se mencionan adelante; el peso de cada muestra y su traslado, el tiempo de manufactura, armado y secado, entre otras.

Los puntos que se tratan dentro de esta parte del capítulo denominado Elaboración de muestras y ensayos son los siguientes:

- Norma de Edificación E0.80 de Adobe, del Reglamento nacional de Edificaciones de la República del Perú.

- Anexo No. 1 Refuerzo de Geomalla en las Edificaciones de Adobe.

- Aspectos a tomarse en cuenta para el diseño de muestras de laboratorio para ensayos a compresión, tracción con carga puntual y corte diagonal.

- Desarrollo de Ensayos de laboratorio.

NORMA DE EDIFICACIÓN E0.80 DE ADOBE, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ. (Diciembre de 1999).

Como se mencionó anteriormente, la razón por la que se adopta esta normativa, es debido a que la Norma Ecuatoriana de la construcción, no contempla índices técnicos para el desarrollo de ensayos de laboratorio en muros de adobe, donde la normativa citada si cuenta con las consideraciones del tema, misma que está respaldada por extensos estudios acerca del tema, avalados por la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Aclarado lo anteriormente dicho, se cita los aspectos importantes que se tomaron en cuenta para la elaboración de las muestras y posteriores ensayos:

ESFUERZOS ADMISIBLES

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse.

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos:

- Resistencia a la compresión de la unidad: $f_o = 12 \text{ kg/cm}^3$
- Resistencia de la compresión de la albañilería: $f_m = 2 \text{ kg/cm}^2$

- Resistencia al corte de la albañilería: $V_m = 0,25 \text{ Kg/cm}^2$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA ALBAÑILERÍA

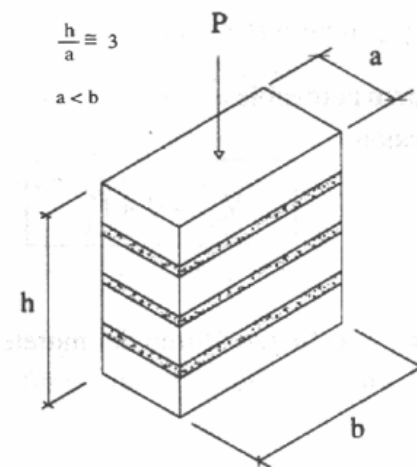
La resistencia a la compresión de la albañilería podrá determinarse por:

- a.) Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura/espesor) del orden aproximado de tres, debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad.

El número mínimo de adobes será de cuatro y el espesor de las juntas será de 2cm. La disposición del ensayo será mostrada en la figura siguiente:

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL



Ensayo de compresión axial.
Fuente: Norma T. E. E0.80 ADOBE pag. 21

El tiempo de secado del mortero de las pilas será de 30 días y el número mínimo de pilas a ensayar será de tres.

Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo mínimo de f_m en compresión de la pila, considerándose aquel valor que sobrepasa en 2 de las 3 pilas ensayadas.

Es esfuerzo admisible a compresión del muro f_m se obtendrá con la siguiente expresión:

$$f_m = 0,25 f_m$$

Donde:

f_m = esfuerzo de compresión último de la pila

b.) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

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

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será: 1,25 f_m

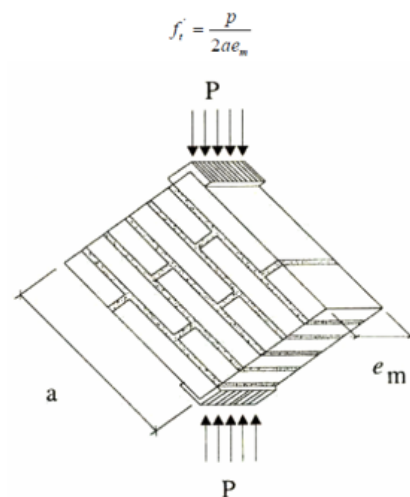
RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA

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 se muestra en la siguiente figura:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL



Ensayo de compresión diagonal
Fuente: Norma T. E. E0.80 ADOBE pag. 21

Se ensayarán un mínimo de tres especímenes.

El esfuerzo admisible al corte del muro V_m se obtendrá con la expresión:

$$V_m = 0,4 f'_t$$

Donde:

f'_t = esfuerzo último del murete de ensayo

Este valor será sobrepasado por 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:

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

ANEXO No. 1 NORMA N.T.E E0.80 (RNE): REFUERZO DE GEOMALLA EN EDIFICACIONES DE ADOBE

1. Definición

La geomalla, constituida por material sintético, deberá reunir las siguientes características para ser usada como refuerzo de edificaciones de adobe:

- Conformación de retícula rectangular o cuadrada, con abertura máxima de 50mm y nudos integrados.
- Capacidad mínima de tracción 3,5 KN/m (350kg-f/m), en ambas direcciones, para una elongación de 2%.
- Flexibilidad y durabilidad para su uso como refuerzo embutido en estructuras de tierra.

2. Consideraciones de uso

La geomalla se podrá usar como refuerzo de las edificaciones de adobe, colocándola en ambas caras de los muros portantes y no portantes, sujeta horizontal y verticalmente con pasadores de rafia o similares, a máximo una separación de 300mm. La geomalla deberá abarcar los bordes de los vanos (puertas y ventanas) y estará convenientemente anclada a la cimentación y a la viga collar.

La geomalla deberá estar embutida en un tarrajeo de barro y paja.



Ensayo de compresión axial.
Fuente: Norma T. E. E0.80 ADOBE pag. 21

Este sistema de refuerzo podrá ser aplicado en edificaciones existentes que cumplan con las especificaciones de la presente Norma (N.T.E. E0.80), en lo referente a cimentación, muros y arriostres.

El uso de otro tipo de mallas, sólo será permitido si acredita su capacidad sismo resistente en ensayos cíclicos a escala natural.

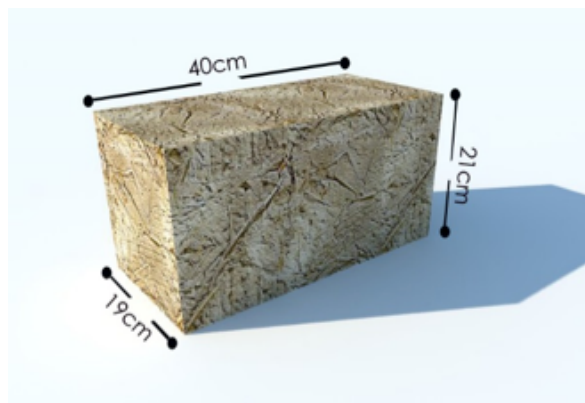
ASPECTOS A TOMARSE EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE MUESTRAS DE LABORATORIO PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN, TRACCIÓN CON CARGA PUNTUAL Y CORTE DIAGONAL

En este punto de la investigación, se hace uso de la información generada y recolectada tanto del registro y atlas de daños, además de la normativa escogida antes mencionada para determinar los aspectos a tomarse en cuenta para el diseño de muestras para los ensayos de laboratorio.

MATERIALES

La normativa en uso N.T.E. E0.80 en uso para la elaboración de los ensayos a laboratorio, dicta que se debe utilizar materiales y tecnología que se usan en obra. Por lo tanto los materiales utilizados en la construcción de los muretes puestos a prueba, provienen de la urbe, con el motivo de demostrar que el sistema constructivo puede realizarse en la ciudad, con los proveedores existentes.

• ADOBE



Medidas de adobe utilizado.
Fuente: Equipo de Tesis

Las piezas de adobe utilizadas en la construcción de las muestras de muretes para la elaboración de ensayos, se fabrican en el poblado de Racar al noroeste de la ciudad de Cuenca. Las mismas tienen las medidas comúnmente utilizadas en la construcción de edificaciones en la ciudad y en el sector rural (40x21x19cm), dichas medidas serán constantes en el diseño de muretes, soluciones y módulos de aplicación en el siguiente capítulo.

• GEOMALLA



Rollos de geomalla.
Fuente: Grupo de Tesis

La geomalla utilizada en la elaboración de muretes para elaboración de ensayos de laboratorio reúne las siguientes especificaciones técnicas, mismas que satisfacen las requeridas por el Anexo No. 1 de la norma N.T.E E0.80:

GEOMALLA BIAXIAL LBO 202 / LBO 302

Importación: Colombia y Perú. GEOSISTEMAS PAVCO.

Diseñadas especialmente para la estabilización de suelos y aplicaciones de refuerzo.

Estructura bidimensional de polipropileno, químicamente inerte, producida mediante un proceso de extrusión, garantizado de alta resistencia a la tensión y un alto módulo de elasticidad. Proporciona excelente resistencia frente a posibles daños de instalación y exposición ambiental.

GEOMALLA BIAXIAL LBO 202/LBO 302			
PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	LBO 202	LBO 302
RESISTENCIA A LA TENSIÓN 2% DEFORMACIÓN (SL-ST) ₁	ASTM D 6637	(4.1 / 6.6)kN/m	(6.5 / 10.5)kN/m
RESISTENCIA A LA TENSIÓN 5% DEFORMACIÓN (SL-ST) ₁	ASTM D 6637	(8.5 / 13.5)kN/m	(13 / 21)kN/m
RESISTENCIA A LA TENSIÓN PICO (SL-ST) ₁	ASTM D 6637	(13 / 20.5)kN/m	(17.5 / 31.5)kN/m
RESISTENCIA A LA JUNTA	GRI GG2	93%	93%
RIGIDEZ FLEXURAL	ASTM D 1388	500mg - cm x1000	800mg - cm x1000
RIGIDEZ TORSIAL	US ARMY COE	3.5kg - cm/deg	6.5kg - cm/deg
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	LBO 202	LBO 302
TAMAÑO DE ABERTURA (SL-ST)	MEDIDO	(27 / 37) mm	(28 / 38) mm
ESPEJOR DE LAS JUNTAS	ASTM D 1777	3mm	3.5 mm
ESPEJOR DE COSTILLAS (SL-ST)	ASTM D 1777	(1.0 / 1.0) mm	(1.2 / 1.2) mm
ÁREA ABIERTA	CW 02215	75%	70%
RESISTENCIA A LOS DAÑOS DE INSTALACIÓN	ASTM D 5818	(>90)%5C/%5w/%5GP	(>90)%5C/%5w/%5GP
MASA POR UNIDAD DE ÁREA	CW 02215	210 g/m2	350 g/m2
PRESENTACIÓN	NORMA	LBO 202	LBO 302
ANCHO DE ROLLO	MEDIDO	3,85 m	3,85 m
LONGITUD DE ROLLO	MEDIDO	100 m	75 m
ÁREA DE ROLLO	MEDIDO	385 m2	288.75 m2



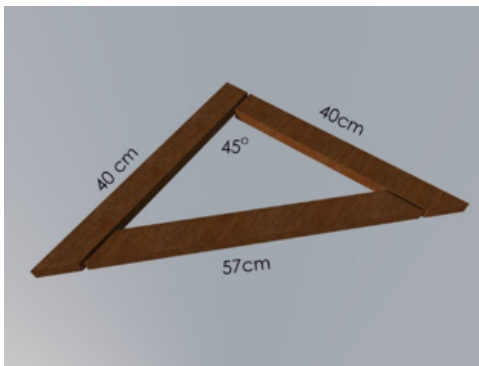
• LLAVES DE MADERA



LLave de madera
Fuente: Equipo de Tesis

En las tablas de maderas citadas en el capítulo 1 TABLA DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MADERAS DEL PACTO ANDINO, sugieren el uso de madera de eucalipto para el refuerzo de muros de tierra en general debido a los aceites propios que la protegen de factores ambientales como la humedad.

La medida de la llave a utilizarse es la siguiente:



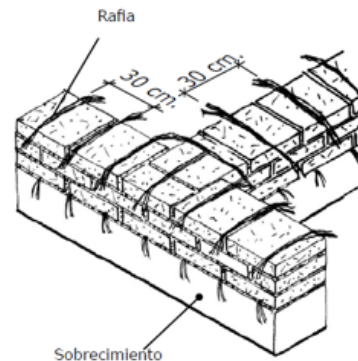
LLave de madera
Fuente: Equipo de Tesis

• RAFIAS O PASADORES

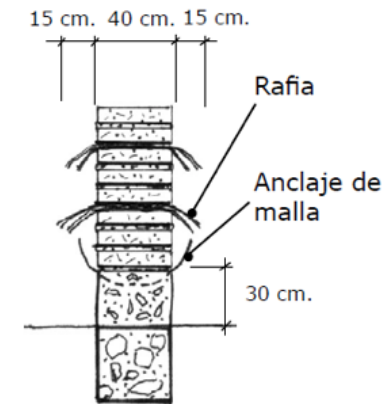
Las rafias o pasadores son conectores que atraviesan el muro a través de perforaciones realizadas con taladro y una broca. Estos pueden ser de polímero tales como cuerdas de nylon o elementos naturales como cabuya.

Factores a tener en cuenta en la colocación de rafias son:

- La separación horizontal es de 30 cm.
- La separación vertical es de cada 3 hiladas máximo, se recomienda saltando una hilada.
- La longitud de la rafia tiene en promedio 70 cm, para referencia debe sobrepasar 15cm de cada lado, para el amarrado de la malla y tejido de traslapes.
- En aberturas de puertas y ventanas se debe colocar en la hilada inmediata de la parte baja o alta. O en su defecto a 10 cm de distancia.

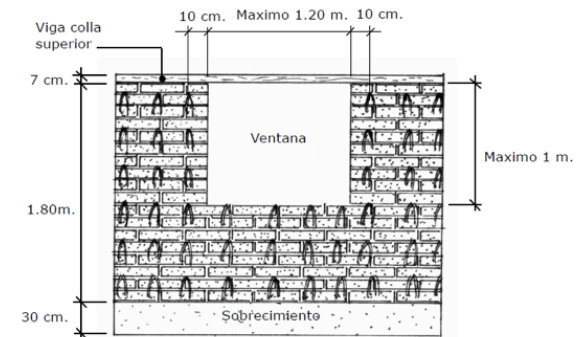


Separación horizontal de Rafias
Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas



Separación vertical de Rafias

Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas



Ubicación de rafias en vanos

Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas
Zona de la costa. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007

- Tierra para mortero y revoque.

La tierra utilizada para la construcción de los muretes y su posterior revoque, procede de la localidad de Racar al suroeste de la ciudad, de igual manera que los adobes, con el motivo de unificar los materiales de construcción.

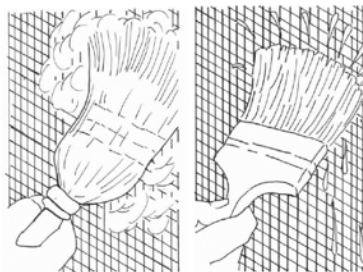
El mortero es la mezcla que ayuda a unir los adobes. Para su preparación, se duerme el barro, es decir se lo deja reposar en agua un mínimo de 24 horas según la norma N.T.E. E0.80 de adobe de la RNE Perú, y luego será mezclado con paja cortada a 5cm en una proporción de 10 a 1. Debe recordarse que la resistencia de los muros depende de la calidad del mortero, más que la del adobe. No debe rajarse y por eso debe tener más paja. El espesor del mortero debe ser de 1cm de grueso, más la normativa utilizada recomienda 2cm. Por lo tanto se tomara los 2cm para asegurar el correcto procedimiento de los ensayos.



Preparación de revoque de barro.
Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas
Zona de la costa. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007

Para el tarrajeo de los muros es recomendable hacerlo en 2 capas: la primera de aproximadamente 2,5cm y la segunda de 0,5 cm para desaparecer fisuras en la capa anterior. Se utiliza la misma mez-

cla del mortero para la primera capa y para la capa más delgada se usa paja de solo 1,5cm. Cuando el tarrajeo se raja debilita su resistencia a la lluvia. Para ello debe limpiarse el polvo y humedecer el muro para garantizar la adherencia del material.



Preparación del muro.
Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas
Zona de la costa. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007

La correcta colocación del barro sobre las mallas es la siguiente:

PASO 1. Colocar las bolas de barro sobre la pared, apretándolas con las manos o lanzándolas con fuerza sobre este, de esta manera se produce una mejor adherencia.



Paso 1
Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas
Zona de la costa. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007

PASO 2. Emparejar la superficie con ayuda de las maestras y un codal de madera humedecido y dejar secar.



Paso 2
Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas
Zona de la costa. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007

PASO 3. Aplicar una segunda mano de agua y aplicar con una llana de madera la segunda capa de barro con un espesor más delgado y dejar secar. La segunda capa cubre totalmente las rajaduras de la primera y permite obtener un mejor acabado.



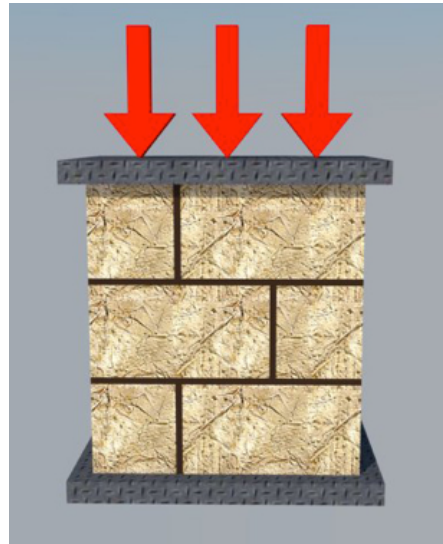
Paso 3
Fuente: Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas
Zona de la costa. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007

- FORMA

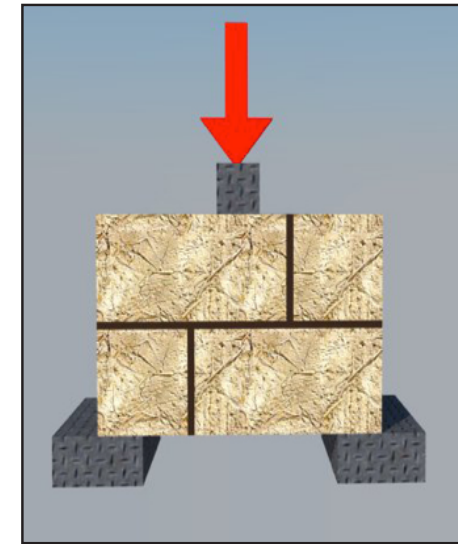
Luego de determinados los materiales para la elaboración de los muretes, el siguiente paso es determinar la morfología de las muestras a manufacturarse, ya que cada una de ellas debe diseñarse en función del material, de las limitantes citadas, la representación de una parte del muro en estas y las pruebas a realizarse.

Las pruebas que se realizaran en laboratorio son las siguientes:

- COMPRESIÓN (la norma N.T.E. E0.80 la denomina como: COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO)



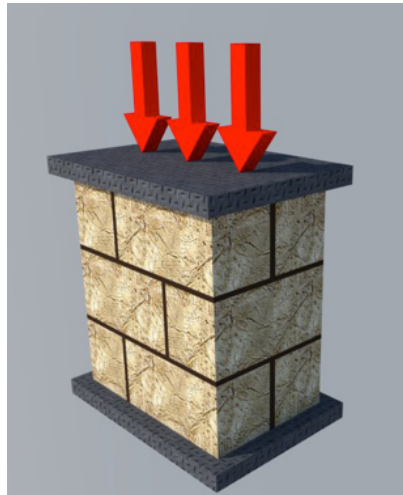
Esquema de ensayo a Compresión
Elaboración: Grupo de Tesis



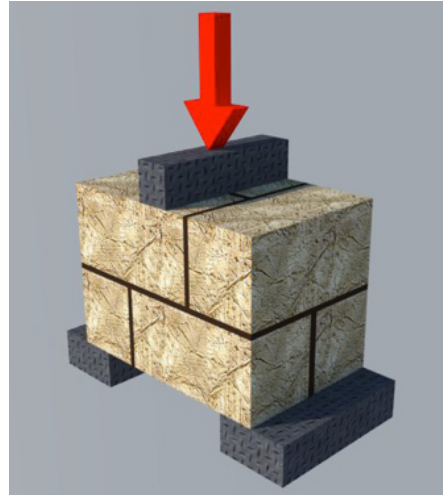
Esquema de ensayo a tracción con carga puntual
Elaboración: Grupo de Tesis

- TRACCIÓN CON CARGA PUNTUAL (la norma N.T.E. E0.80 la denomina como: COMPRESIÓN AXIAL)

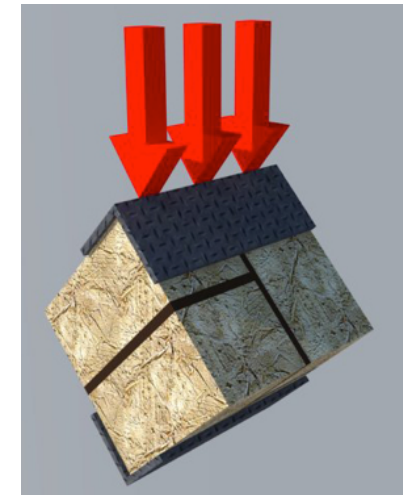
- CORTE DIAGONAL (la norma N.T.E. E0.80 la denomina como: COMPRESIÓN DIAGONAL)



Ensayo a Compresión
Elaboración: Grupo de Tesis



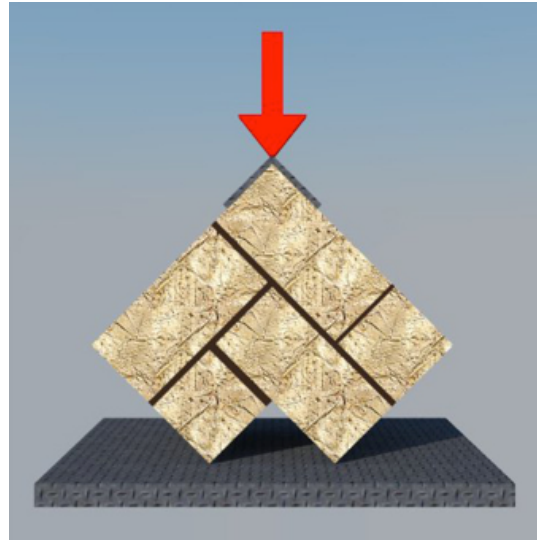
Ensayo a tracción con carga puntual
Elaboración: Grupo de Tesis



Ensayo corte diagonal en pieza regular
Elaboración: Grupo de Tesis



Esquema de ensayo corte diagonal en pieza regular
Elaboración: Grupo de Tesis



Esquema de ensayo a corte diagonal en pieza en "L"
Elaboración: Grupo de Tesis



Ensayo a corte diagonal en pieza en "L"
Elaboración: Grupo de Tesis

3.5 Muestras de Muretes para Ensayos de Laboratorio

Previo a la construcción de los muretes o muestras de laboratorio para la realización de los ensayos antes mencionados, se ha tomado en cuenta particularmente al muro continuo de adobe y en encuentro de muros en las esquinas. Los vanos en puertas y ventanas no se han considerado debido a la limitante del tamaño de la máquina existente para los ensayos pertinentes.

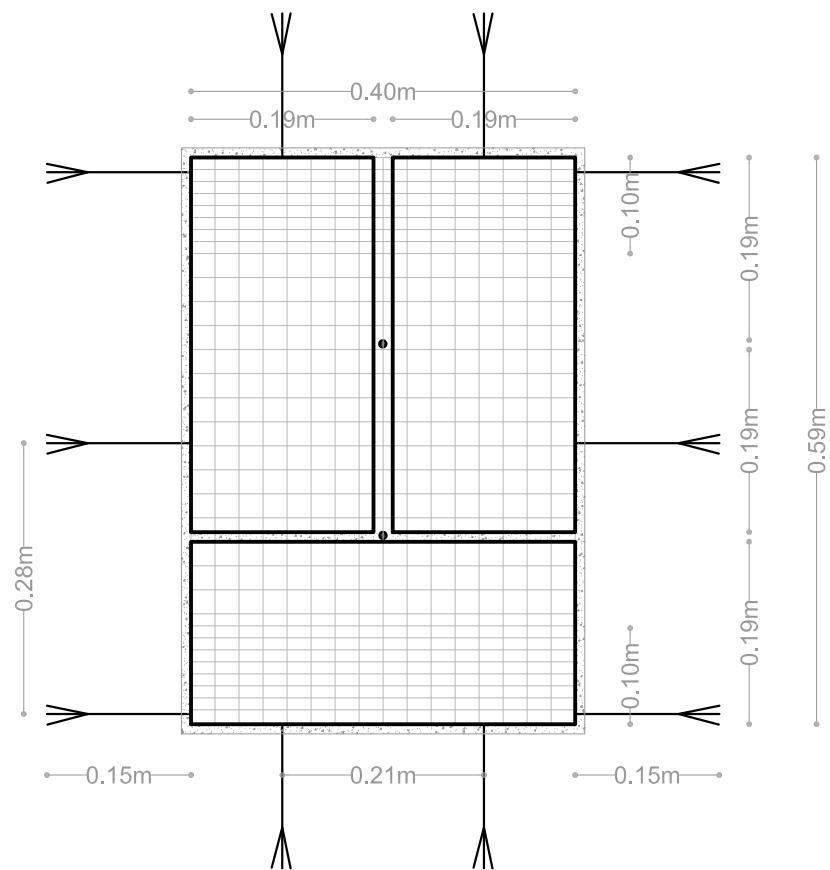
Aclarados los puntos anteriores, se desarrolla el diseño de 10 muestras para los diferentes ensayos de Compresión, Tracción y Corte Diagonal; siendo un total de 30 unidades para dar cumplimiento a la normativa N.T.E. E0.80 misma que exige un mínimo de 3 piezas por cada caso. Las muestras a realizarse son las siguientes:

1. Muestra grande sin geomalla
2. Muestra grande con geomalla
3. Muestra mediana rectangular con llave de madera sin geomalla
4. Muestra mediana rectangular con llave de madera con geomalla
5. Muestra mediana rectangular sin llave de madera sin geomalla
6. Muestra mediana rectangular sin llave de madera con geomalla
7. Muestra en "L" con llave de madera sin geomalla
8. Muestra en "L" con llave de madera con geomalla
9. Muestra pequeña sin llave de madera sin geomalla
10. Muestra pequeña sin llave de madera con geomalla

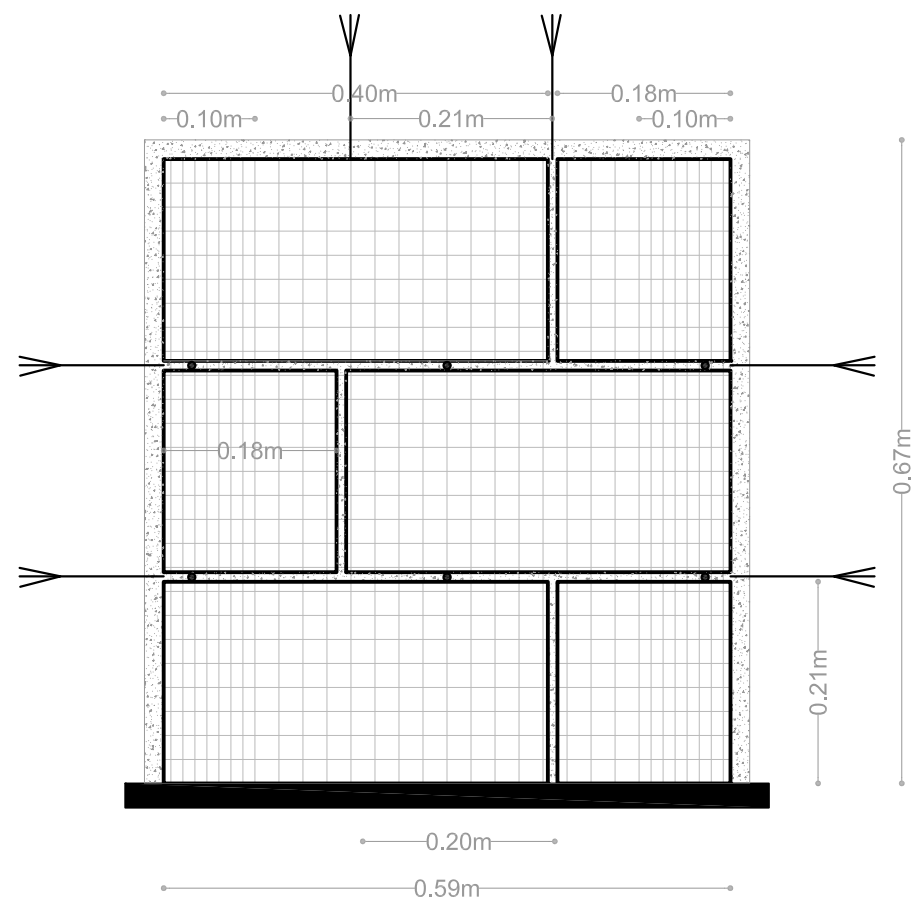
1. MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA

MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	COMPRESIÓN	60	40	60
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra grande sin geomalla</p>		<p>La muestra grande sin geomalla cumple la normativa N.T.E E0.80 en esbeltez ya que tiene tres hiladas respecto a la prueba de compresión por aplastamiento. La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe. Se pretende con esta muestra ejercer una carga sobre la cara superior para probar su resistencia sin geomalla y analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>		

2. MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA

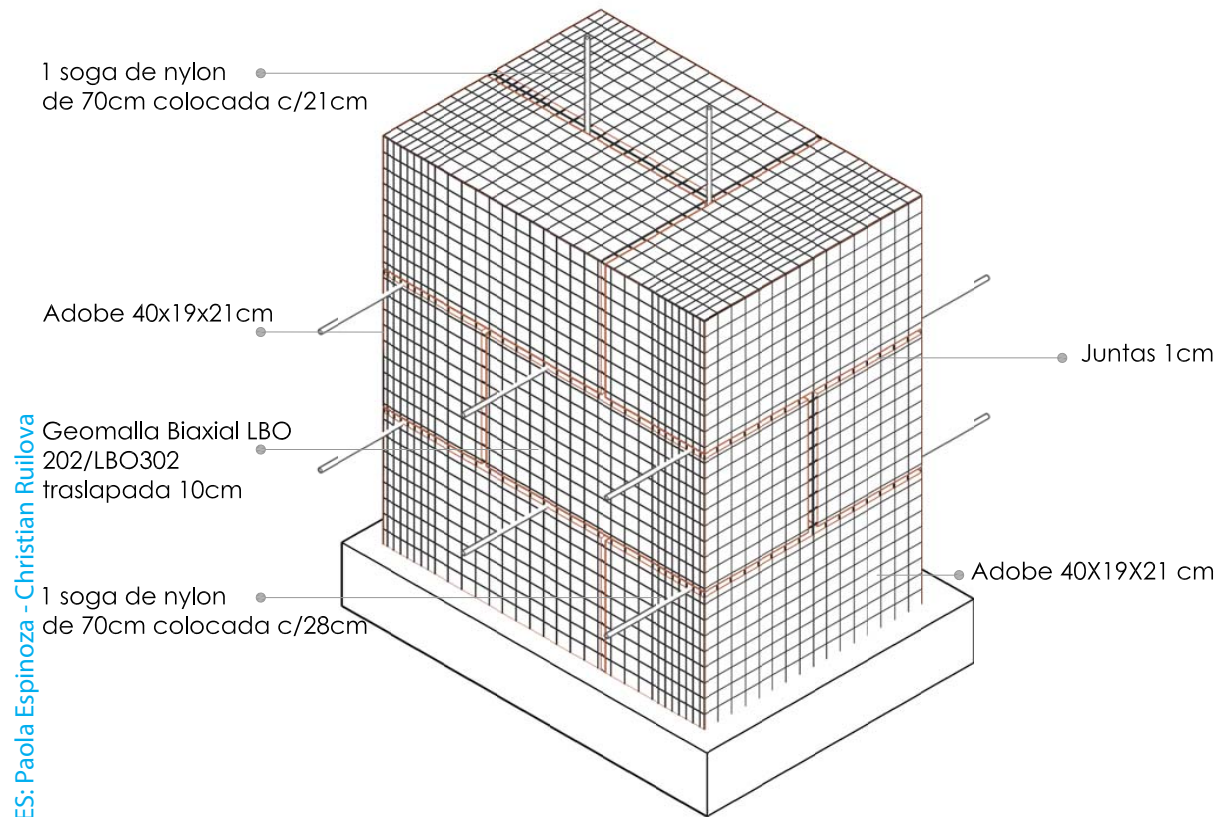


PLANTA
escala 1:200



ELEVACIÓN
escala 1:200

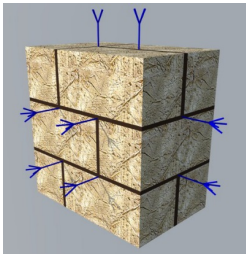
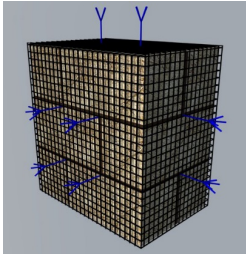
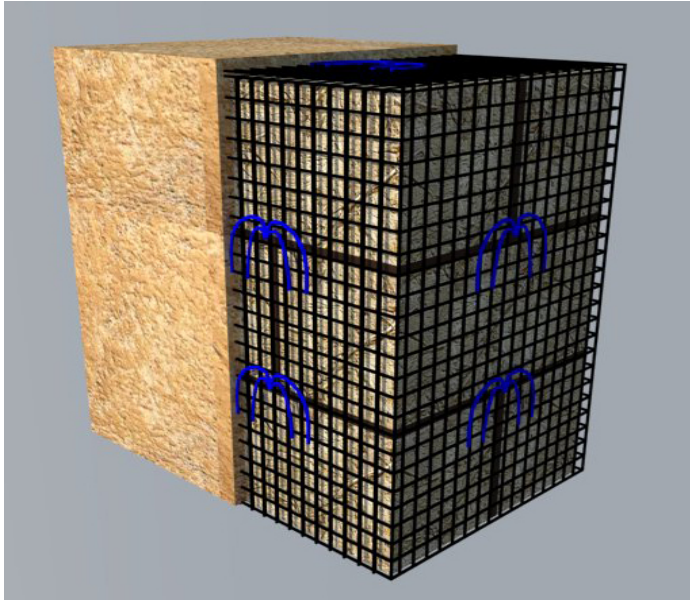
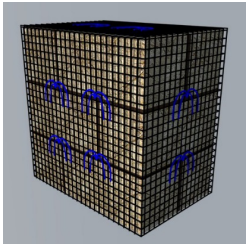
DETALLE MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA



Muestra sin Revocar
Fuente: Grupo de Tesis



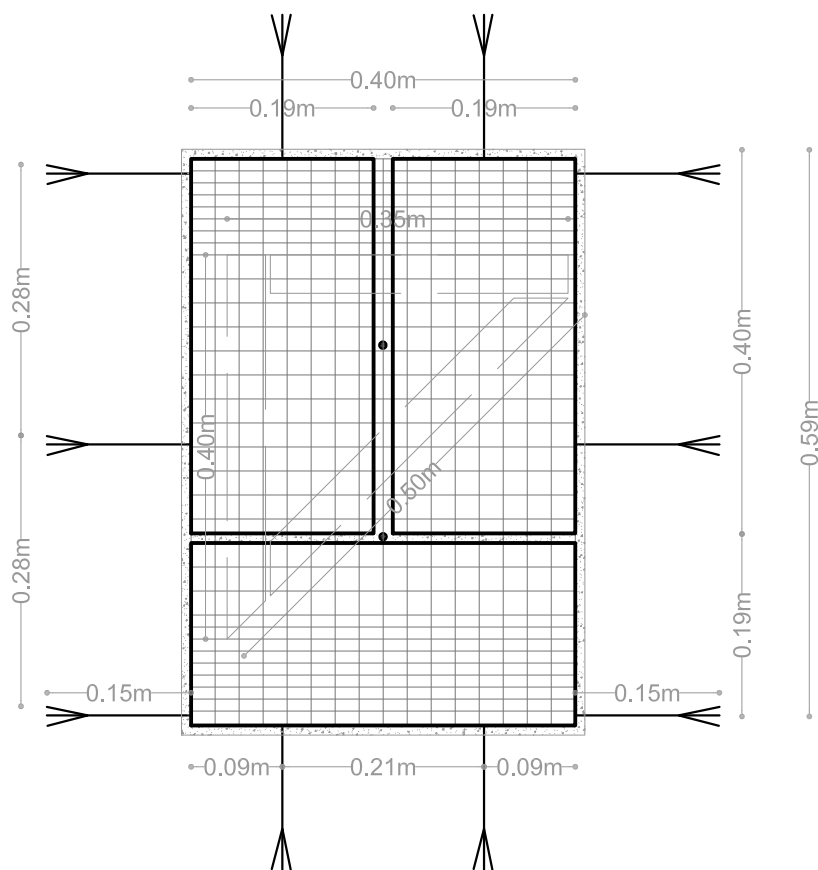
Muestra con Revoque
Fuente: Grupo de Tesis

MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	COMPRESIÓN	70	50	70
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra grande con rafias</p>	<p>La muestra grande con geomalla cumple la normativa N.T.E E0.80 en esbeltez ya que tiene tres hiladas respecto a la prueba de compresión por aplastamiento. La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe. Se pretende con esta muestra ejercer una carga sobre la cara superior para probar su resistencia con geomalla y revoque para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>			
 <p>Muestra grande con rafias y geomalla</p>	 <p>Muestra grande con geomalla y revoque</p>			
 <p>Muestra grande con geomalla atada por rafias</p>				

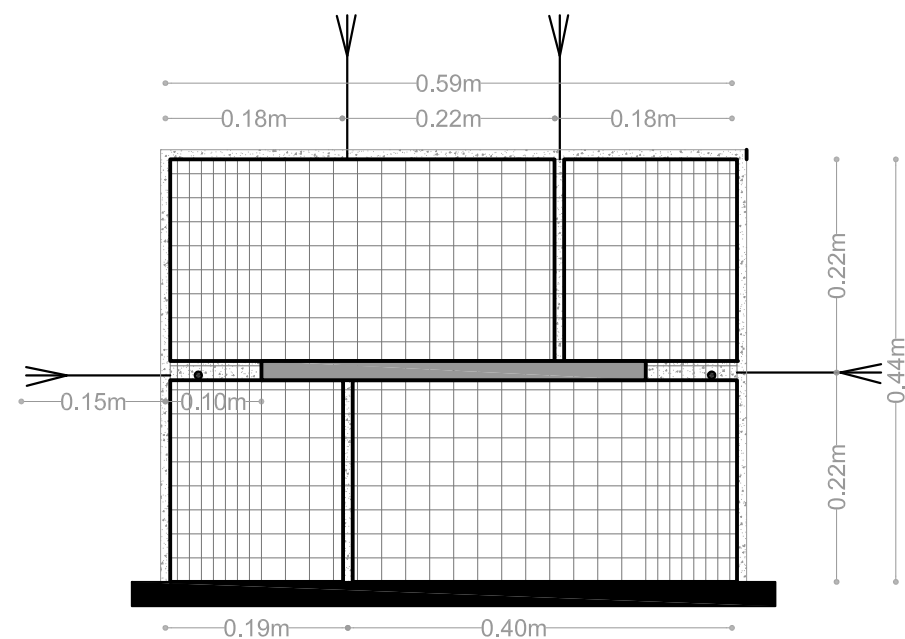
3. MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA

MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	COMPRESIÓN	65	40	45
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra mediana rectangular</p>	<p>La muestra mediana rectangular con llave de madera sin geomalla cumple la normativa N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión por aplastamiento. La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe en su encuentro con otro perpendicular. Se pretende con esta muestra ejercer una carga sobre la cara superior para probar su resistencia sin geomalla y con llave de madera de refuerzo en las esquinas para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>			
 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera</p>				

4. MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA



PLANTA
escala 1:200



ELEVACIÓN
escala 1:200

DETALLE MUESTRA MEDIANA CON GEOMALLA Y LLAVE DE MADERA

2 sogas de nylon de 35cm
separadas 22 cm

Adobe 40x19x21cm

Geomalla Biaxial LBO
202/LBO302
traslapada 10cm

1 soga de nylon de 70cm
colocada c/28cm

Juntas 2cm

Adobe 40X19X21 cm



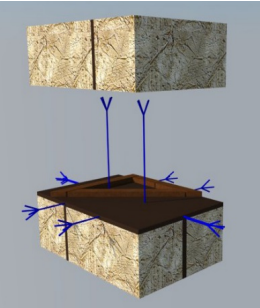
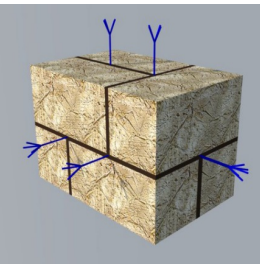
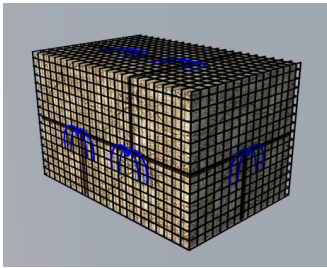
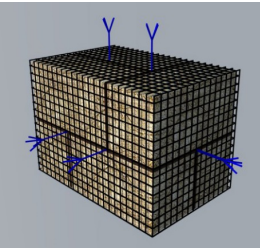
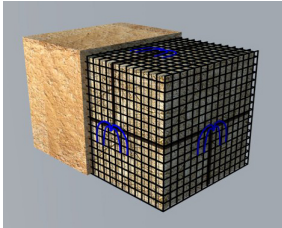
Llave de Madera y Sogas
Fuente: Grupo de Tesis



Muestra sin Revocar
Fuente: Grupo de Tesis



Muestra con Revoque
Fuente: Grupo de Tesis

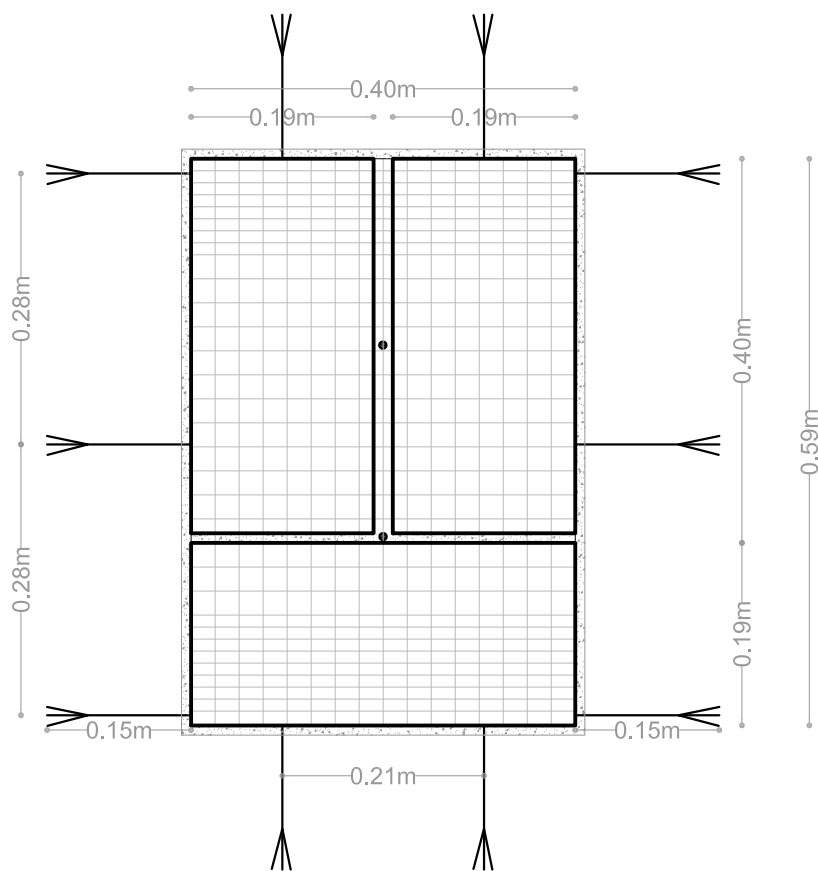
MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	COMPRESIÓN	75	50	55
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera</p>	<p>La muestra mediana rectangular con llave de madera con geomalla cumple la normtiva N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión por aplastamiento. La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe en su encuentro con otro perpendicular. Se pretende con esta muestra ejercer una carga sobre la cara superior para probar su resistencia con geomalla y con llave de madera de refuerzo en las esquinas para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>			
 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera y rafias</p>	 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera y geomalla amarrada con rafias</p>			
 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera con geomalla y rafias</p>	 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera y revoque</p>			



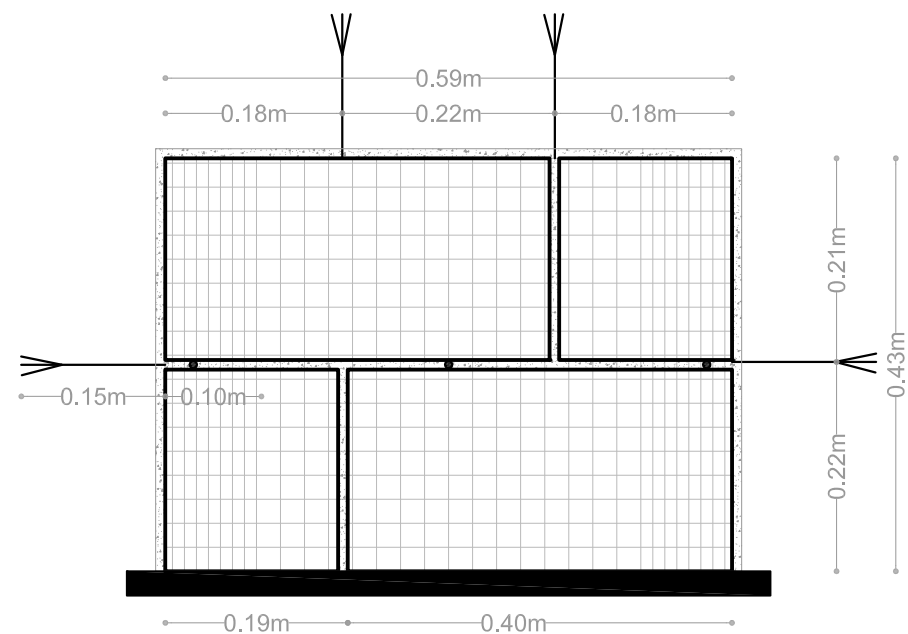
5. MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA

MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	60	40	40
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra mediana rectangular</p>		<p>La muestra mediana rectangular sin llave de madera sin geomalla cumple la normtiva N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión axial . La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe y su resistencia a cargas puntuales. Se pretende con esta muestra ejercer una carga puntual sobre la cara superior para probar su resistencia sin geomalla y sin llave de madera de refuerzo para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>		

6. MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA



PLANTA
escala 1:200



ELEVACIÓN
escala 1:200

DETALLE MUESTRA MEDIANA CON GEOMALLA

2 sogas de nylon de 35cm
separadas 22 cm

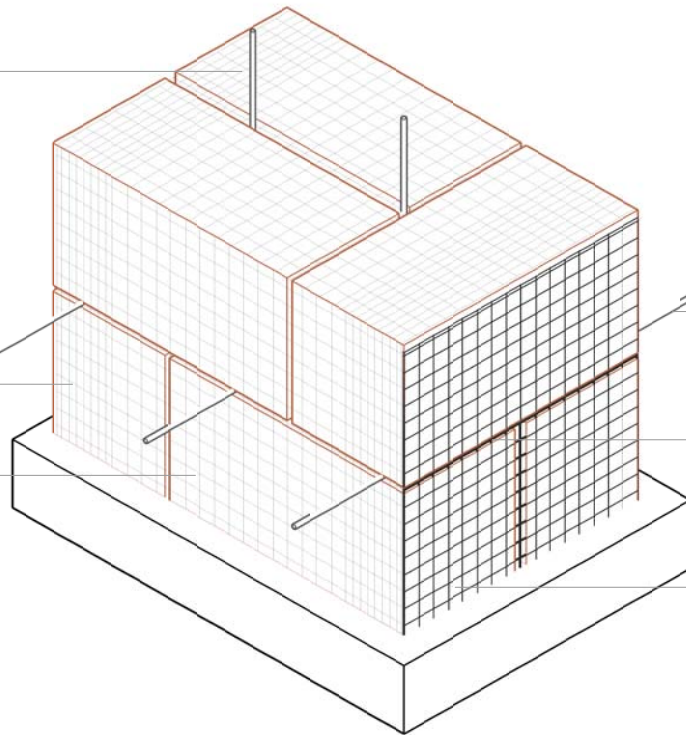
Adobe 40x19x21cm

Geomalla Biaxial LBO
202/LBO302
traslapada 10cm

1 soga de nylon de 70cm
colocada c/28cm

Juntas 1cm

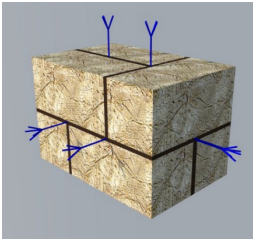
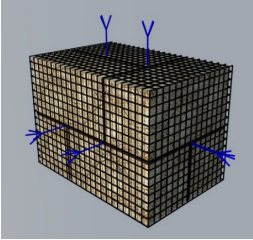
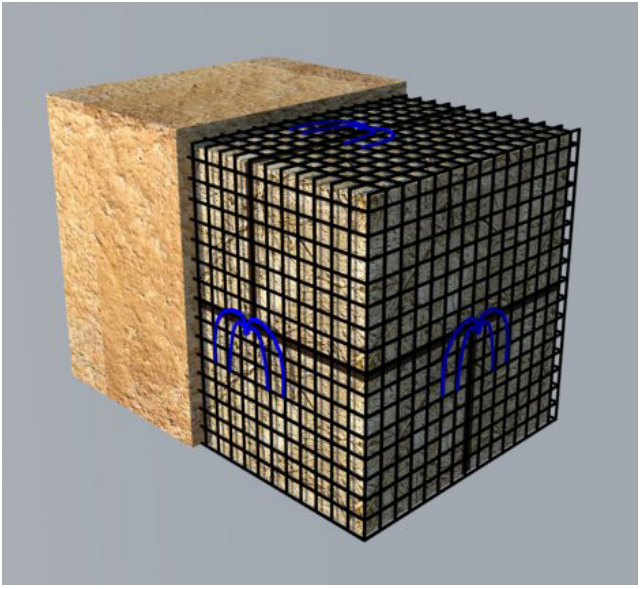
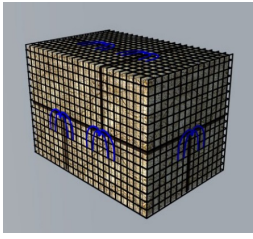
Adobe 40X19X21 cm



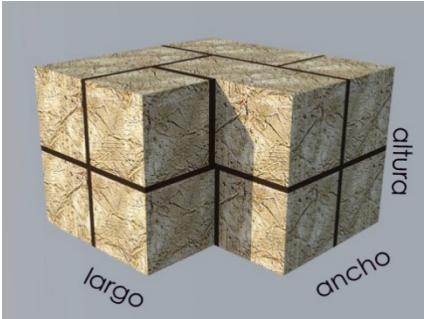
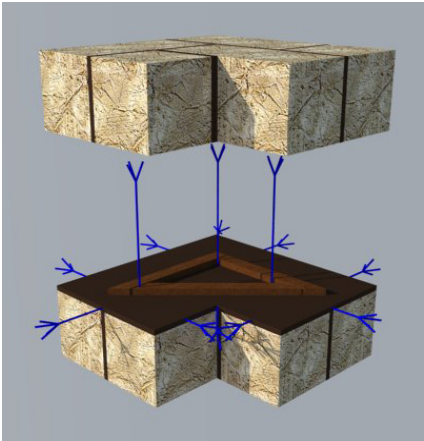
Muestra sin Revocar
Fuente: Grupo de Tesis



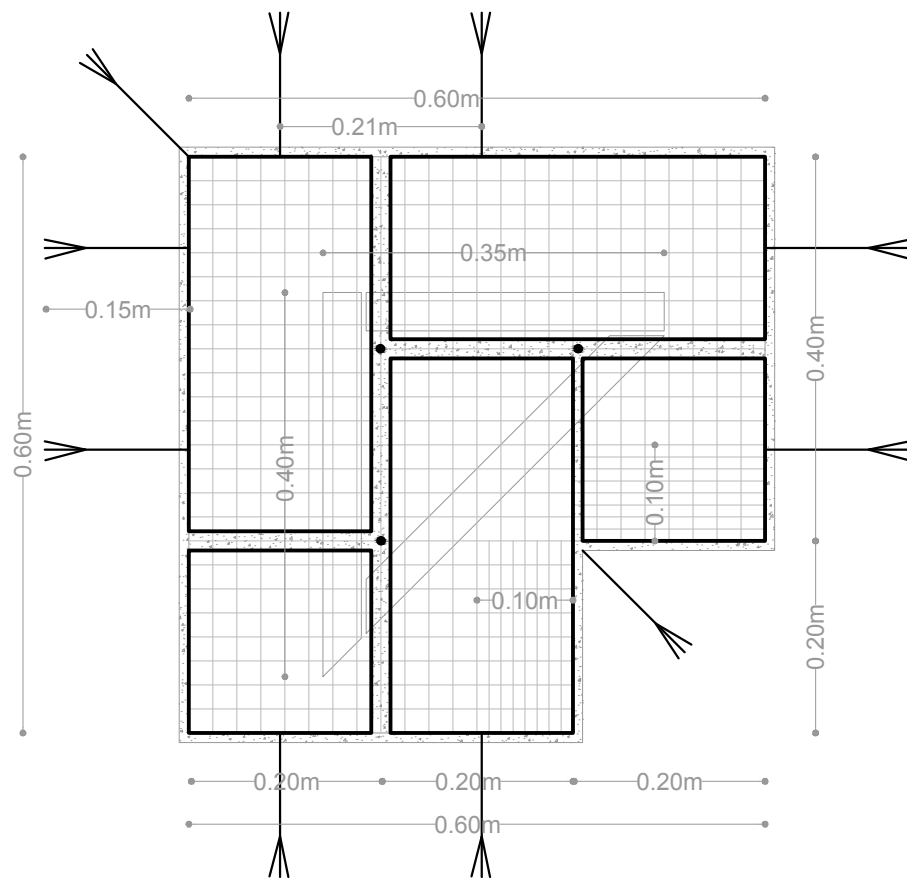
Muestra con Revoque
Fuente: Grupo de Tesis

MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	70	50	45
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera y raflas</p>	<p>La muestra mediana rectangular sin llave de madera con geomalla cumple la normativa N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión axial . La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe y su resistencia a cargas puntuales. Se pretende con esta muestra ejercer una carga puntual sobre la cara superior para probar su resistencia con geomalla y sin llave de madera de refuerzo para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>			
 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera con geomalla y raflas</p>	 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera y revoque</p>			
 <p>Muestra mediana rectangular con llave de madera y geomalla amarrada con raflas</p>				

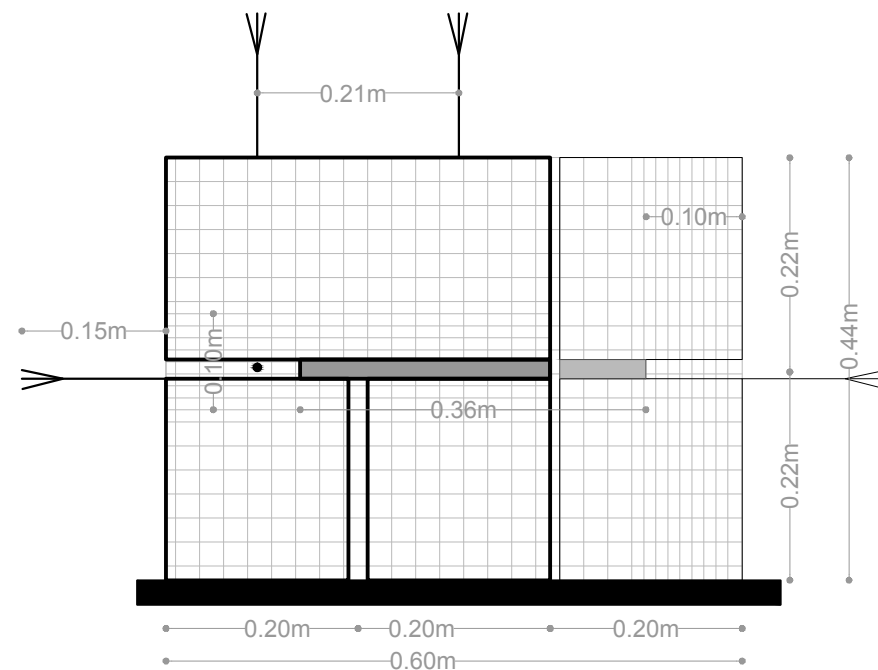
7. MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA

MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	CORTE EN DIAGONAL	60	60	40
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra en L con llave de madera sin geomalla</p>	<p>La muestra en L con llave de madera sin geomalla cumple la normativa N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión en diagonal. La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe en su encuentro con otro perpendicular. Se pretende con esta muestra ejercer una carga sobre la arista superior para probar su resistencia sin geomalla y con llave de madera de refuerzo en las esquinas para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>			
 <p>Muestra en L con llave de madera sin geomalla</p>				

8. MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA

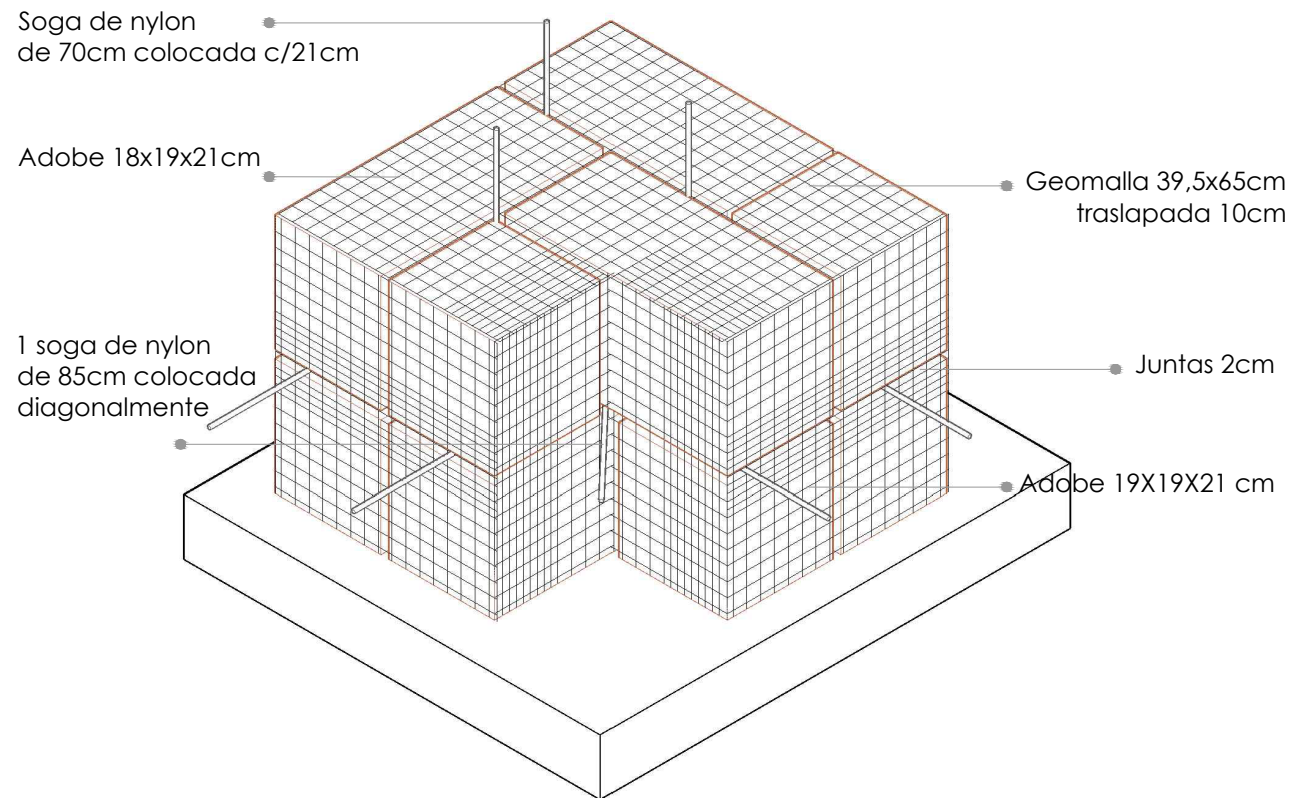


PLANTA
escala 1:200



ELEVACIÓN
escala 1:200

DETALLE MUESTRA EN L CON GEOMALLA Y LLAVE DE MADERA



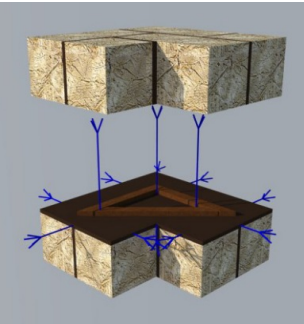
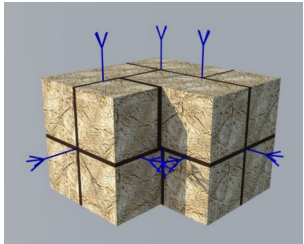
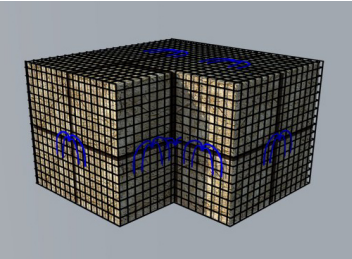
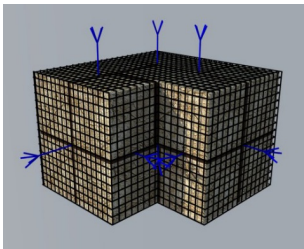
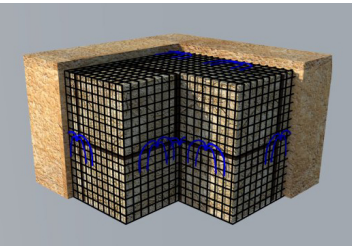
Llave de Madera y Sogas
Fuente: Grupo de Tesis



Muestra sin Revocar
Fuente: Grupo de Tesis



Muestra con Revoque
Fuente: Grupo de Tesis

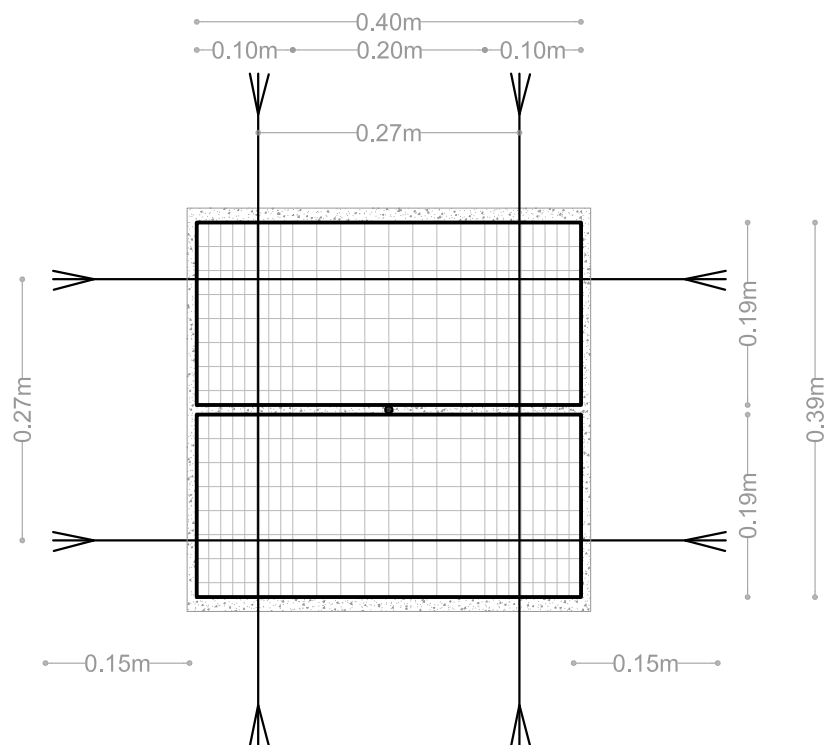
MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
	CORTE EN DIAGONAL	LARGO	ANCHO	ALTURA
		70	70	45
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra en L con llave de madera y raflas</p>	<p>La muestra en L con llave de madera con geomalla cumple la normativa N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión en diagonal. La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe en su encuentro con otro perpendicular. Se pretende con esta muestra ejercer una carga sobre la arista superior para probar su resistencia con geomalla y con llave de madera de refuerzo en las esquinas para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>			
 <p>Muestra en L con llave de madera y raflas</p>	 <p>Muestra en L con llave de madera con geomalla amarrada con raflas</p>			
 <p>Muestra en L con llave de madera con geomalla y raflas</p>	 <p>Muestra en L con llave de madera con geomalla y revoque</p>			



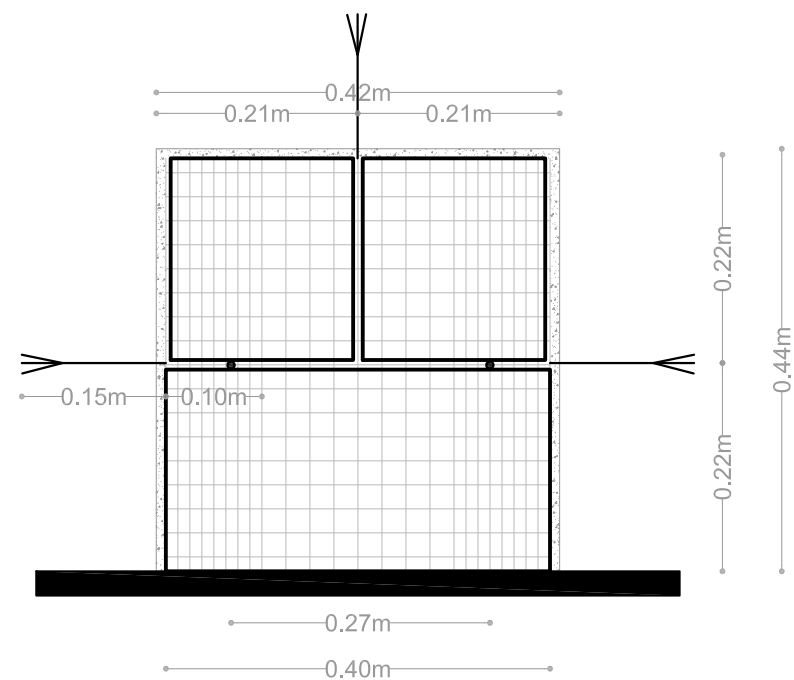
9. MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA

MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	PRUEBA	MEDIDAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA
	CORTE EN DIAGONAL	40	40	40
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN			
 <p>Muestra pequeña sin geomalla</p>		<p>La muestra pequeña rectangular sin llave de madera sin geomalla cumple la normativa N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión diagonal. La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe y su resistencia a cargas diagonales. Se pretende con esta muestra ejercer una carga puntual sobre la arista superior para probar su resistencia sin geomalla y sin llave de madera de refuerzo para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>		

10. MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA

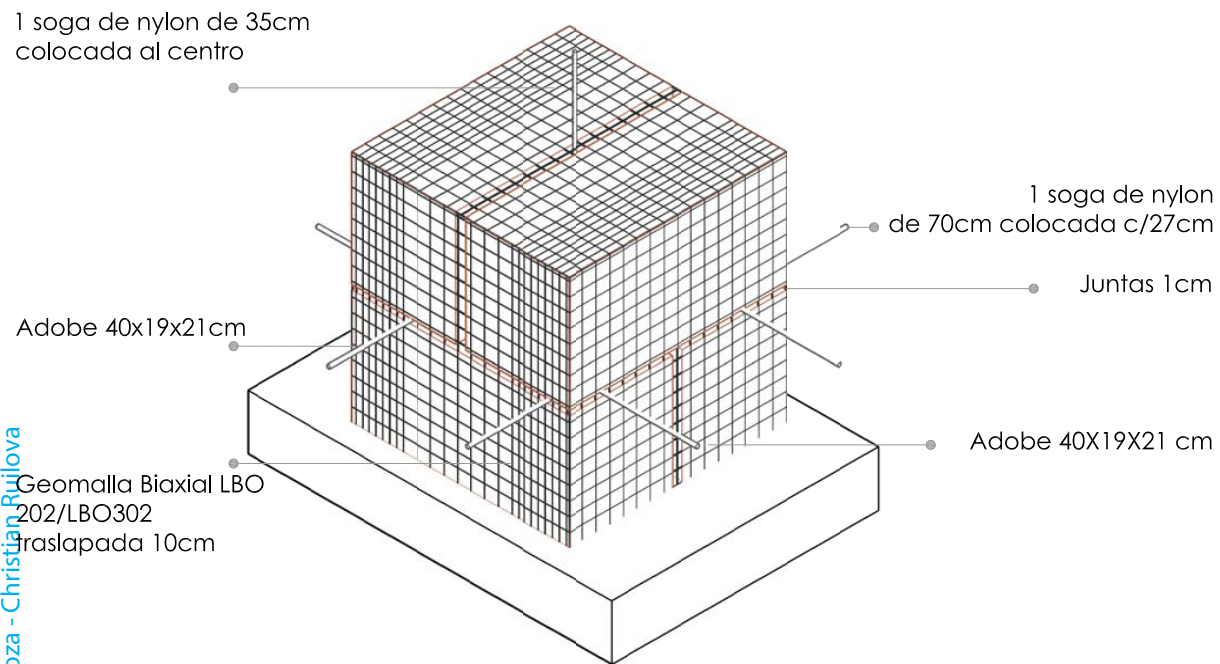


PLANTA
escala 1:200



ELEVACIÓN
escala 1:200

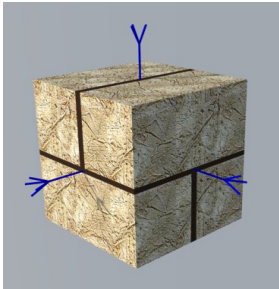
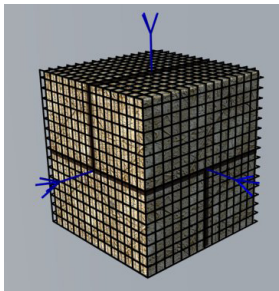
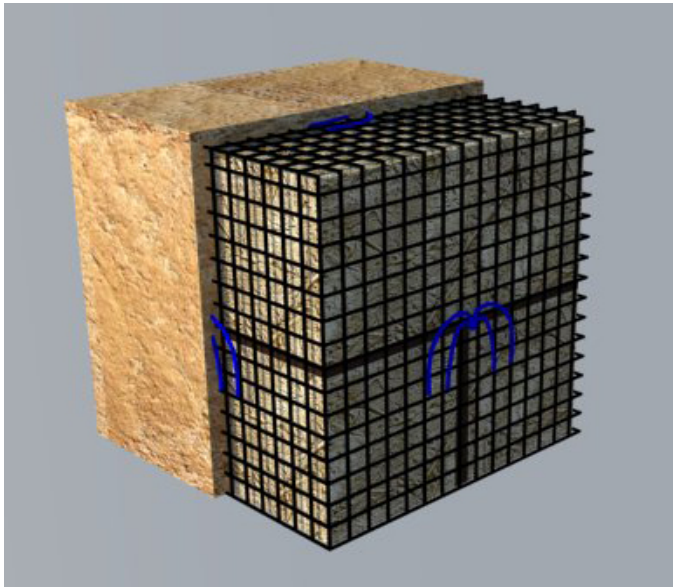
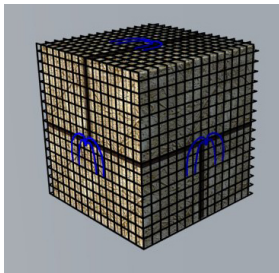
DETALLE MUESTRA PEQUEÑA CON GEOMALLA



Muestra sin Revocar
Fuente: Grupo de Tesis



Muestra con Revoque
Fuente: Grupo de Tesis

MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	PRUEBA		MEDIDAS		
	CORTE DIAGONAL	EN	LARGO	ANCHO	ALTURA
			50	50	45
ESQUEMA DE ARMADO	DESCRIPCIÓN				
	<p>La muestra pequeña rectangular sin llave de madera con geomalla cumple la normtiva N.T.E E0.80 respecto a la prueba de compresión diagonal . La muestra está armada de acuerdo a la modulación de adobes de 40x21x19cm simulando a un muro común dentro de las edificaciones de adobe y su resistencia a cargas diagonales. Se pretende con esta muestra ejercer una carga puntual sobre la arista superior para probar su resistencia con geomalla y sin llave de madera de refuerzo para analizar los resultados tanto numéricos como mecánicos al momento de su fallo.</p>				
Muestra pequeña con raflas					
					
Muestra pequeña con raflas y geomalla					
					
Muestra pequeña con geomalla amarrada con raflas					
Muestra pequeña con geomalla y revoque					

ELABORACIÓN DE MUESTRAS Y ENSAYOS

- OBRAS PRELIMINARES

- TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Desde la población de Racar al suroeste de la ciudad de Cuenca hasta el parqueadero del laboratorio de materiales de la Facultad de Arquitectura. Dentro de los contratiempos en esta etapa citamos el secado de los adobes debido a que estos llegaron frescos aún a la locación. Por lo cual se colocaron sobre pallets de madera y se dejaron secar 30 días. También se debe incluir en este punto el transporte de la tierra, que es la misma que la de fabricación de los adobes.



Almacenaje de adobes sobre pallets de madera
Foto: Grupo de Tesis



Secado de adobes
Foto: Grupo de Tesis

- CORTE DE ADOBES EN TERCIOS

Con el uso de amoladora, se procede a cortar los adobes necesarios 3 cuartos de su longitud es decir 30 cm particularmente para el armado de las muestras en L de acuerdo a las medidas necesarias.



Corte de adobes con amoladora
Foto: Grupo de Tesis



Transporte de materiales
Foto: Grupo de Tesis



Almacenaje de tierra de mortero
Foto: Grupo de Tesis



Tercio de adobe cortado
Foto: Grupo de Tesis



Rafias de cuerda de nylon varias medidas
Foto: Grupo de Tesis

- CORTE DE RAFLAS

Utilizaremos cuerda de nylon en la medida especificada en el diseño de muestras, respetando la norma N.T.E. E0.80 misma que dicta dejar pasar 15 cm de cada lado de la muestra para el amarre posterior de la geomalla.

Desde la población de Racar al suroeste de la ciudad de Cuenca hasta el parqueadero del laboratorio de materiales de la Facultad de Arquitectura. Dentro de los contratiempos en esta etapa citamos el secado de los adobes debido a que estos llegaron frescos aún a la locación. Por lo cual se colocaron sobre pallets de madera y se dejaron secar 30 días. También se debe incluir en este punto el transporte de la tierra, que es la misma que la de fabricación de los adobes.



Extremo de rafia para amarre
Foto: Grupo de Tesis

- CORTE DE GEOMALLA

Previamente se realizó un trazado previo al corte para optimizar el mismo, de tal manera que el desperdicio fuera el mínimo. Las piezas fueron cortadas de acuerdo al diseño de cada muestra, cabe resaltar que el rollo tiene un ancho de 3 metros lo que facilita su corte y transporte.



Corte de geomalla
Foto: Grupo de Tesis

- CONSTRUCCIÓN DE LLAVES DE MADERA

Con madera de eucalipto se realizaron las 12 llaves de madera a utilizarse en las muestras medianas con llave y en L con llave de refuerzo, de acuerdo a las medidas del diseño de muestras.



Construcción de llaves de madera
Foto: Grupo de Tesis

• MORTERO DE BARRO

Para la preparación del mortero de barro que servirá para unir las unidades de adobe según cada una de las muestras a construirse, se procede en primer lugar a tamizar la tierra existente a nivel de granulo muy fino a través de malla de nervometal. Acto seguido se procede a golpear la tierra que queda en la malla metálica hasta lograr reducirla nuevamente y pasarla las veces que sea necesaria por tamiz.

El siguiente paso es realizar el reposo del barro con agua por lo menos 24 horas para garantizar que el agua penetre en todo el material y así garantizar su adherencia.



Tamizado de tierra
Foto: Grupo de Tesis



Tamizado de tierra
Foto: Grupo de Tesis



Reposo de barro
Foto: Grupo de Tesis



Barro reposado 48 horas
Foto: Grupo de Tesis

CONSTRUCCIÓN DE MUESTRAS

Aspectos generales de procedimiento

Sin geomalla:

- * Mojar los adobes, llaves de madera previo su colocación
- * Unir los adobes con mortero de barro y paja en proporción 1:10
- * Juntas de espesor de 2 cm
- * Aislamiento del suelo para optimizar el secado

Con geomalla:

- * Mojar los adobes, llaves de madera y raflas previo su colocación
- * Colocar la geomalla previamente cortada sobre los pallets para comenzar el armado
- * Unir los adobes con mortero de barro y paja en proporción 1:10
- * Juntas de espesor de 2 cm, colocar las raflas en su respectivo sitio
- * Amarre de geomalla con raflas existentes y traslapes
- * Colocar grapas de acero para temprar la geomalla
- * Revoque con mortero barro y paja en proporción 1:10
- * Secado



Mezcla de barro en carretilla
Foto: Grupo de Tesis



Mezcla de barro con paja 5 cm.
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 1 GRANDE SIN GEOMALLA



Mezcla de barro en carretilla
Foto: Grupo de Tesis



Mezcla de barro en carretilla
Foto: Grupo de Tesis



Mezcla de barro en carretilla
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 2 GRANDE CON GEOMALLA



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis



Armado de muestra 2
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 3 MEDIANA CON LLAVE SIN GEOMALLA



Armado de muestra 3
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 5 MEDIANA SIN LLAVE SIN GEOMALLA



Armado de muestra 5
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 7 EN L CON LLAVE SIN GEOMALLA



Armado de muestra 7
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 9 PEQUEÑA SIN GEOMALLA



Armado de muestra 9
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 4 MEDIANA CON LLAVE CON GEOMALLA



Armado de muestra 4
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 6 MEDIANA SIN LLAVE CON GEOMALLA



Armado de muestra 6
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 8 EN L CON LLAVE CON GEOMALLA



Armado de muestra 8
Foto: Grupo de Tesis

- MUESTRA No. 8 EN L CON LLAVE CON GEOMALLA

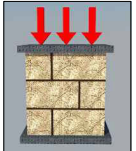


Armado de muestra 10
Foto: Grupo de Tesis



3.6 Ensayos de Laboratorio

ENSAYO A COMPRESION (según norma N.T.E. E0.80 Compresión por aplastamiento) MUESTRAS 1 Y 2

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PRUEBA	MEDIDAS en cm			ESQUEMA	ÁREA cm ²	CARGA kg.f	CARGA kg/cm ²	CARGA kg/cm ²
			largo	ancho	altura					
001	MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	40 cm	63 cm		2400	6720	2,80	2,65
002	MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	41 cm	61 cm		2460	5656	2,30	
003	MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	42 cm	64 cm		2520	7175	2,85	
004	MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	58 cm	45 cm	66 cm		2610	13409	5,14	5,21
005	MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	56 cm	43 cm	63 cm		2408	11944	4,96	
006	MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	40 cm	64 cm		2400	13283	5,53	



MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA



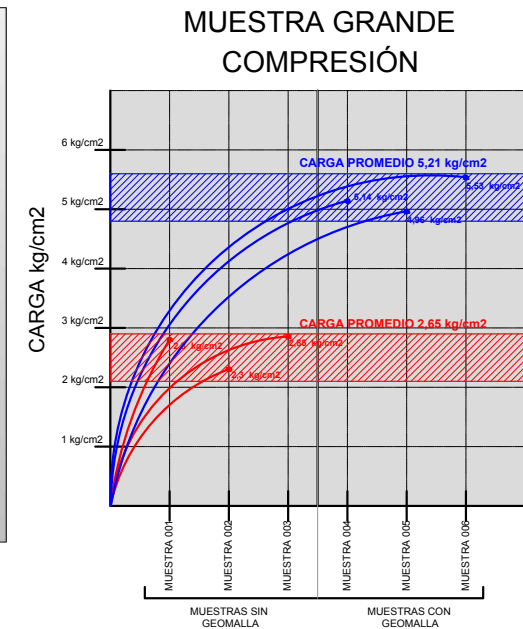
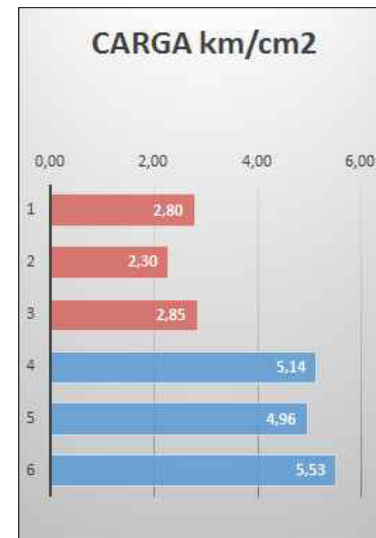
MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA



MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA



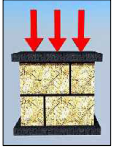
MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA



En la muestra con geomalla se puede observar que la fuerza de compresión ha causado una falla que se extiende a lo largo de toda la junta y un gran desprendimiento de material, mientras que en la segunda muestra, se ha evitado que la falla se prolongue en todo el murete.

ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO A COMPRESIÓN (según norma N.T.E. E0.80 Compresión por aplastamiento) MUESTRAS 3 Y 4

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PRUEBA	MEDIDAS en cm			ESQUEMA	ÁREA cm ²	CARGA kg.f	CARGA kg/cm ²	CARGA kg/cm ²
			largo	ancho	altura					
007	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	64 cm	39 cm	44 cm		2496	9113	3,65	3,67
008	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	61 cm	38 cm	42 cm		2318	8514	3,67	
009	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	63 cm	39 cm	43 cm		2457	9078	3,69	
010	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	57 cm	44 cm	40 cm		2508	13362	5,33	4,95
011	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	59 cm	48 cm	40 cm		2832	12886	4,55	
012	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	49 cm	40 cm		2940	14602	4,97	



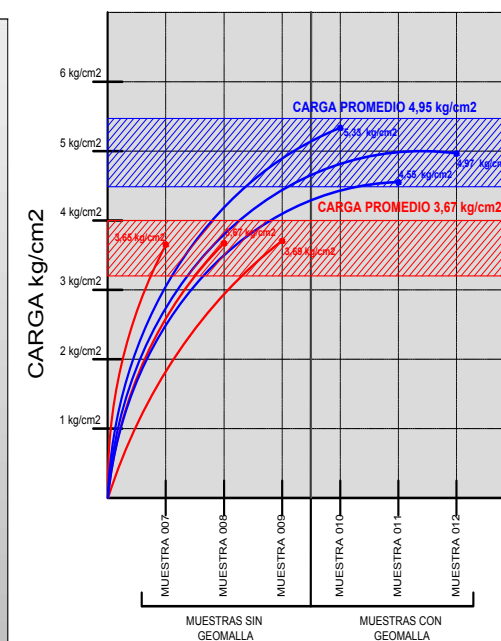
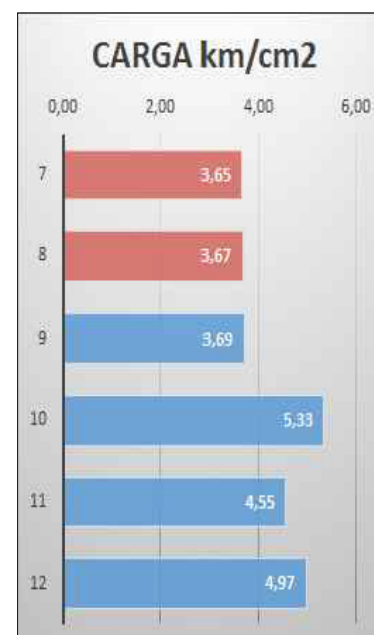
MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA



MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA

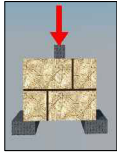
En este caso los adobes de la muestra sin geomalla fracasan ante la fuerza aplicada, partiéndose por completo, mientras que la muestra con geomalla presenta solamente fisuras y desprendimiento de revoque.

MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA COMPRESIÓN



ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO A FLEXIÓN CON CARGA PUNTUAL (según norma N.T.E. E0.80 Compresión Axial) MUESTRAS 5 Y 6

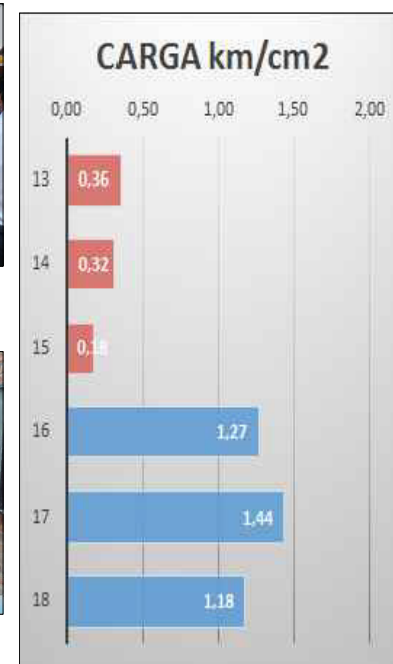
MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PRUEBA	MEDIDAS en cm			ESQUEMA	ÁREA cm ²	CARGA kg.f	CARGA kg/cm ²	CARGA kg/cm ²
			largo	ancho	altura					
013	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	60 cm	40 cm	37 cm		2400	864	0,36	0,29
014	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	60 cm	41 cm	37 cm		2460	789	0,32	
015	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	62 cm	42 cm	36 cm		2604	476	0,18	
016	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	66 cm	43cm	39 cm		2838	3603	1,27	1,30
017	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	62 cm	42 cm	39 cm		2604	3753	1,44	
018	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	62 cm	42 cm	38 cm		2604	3073	1,18	



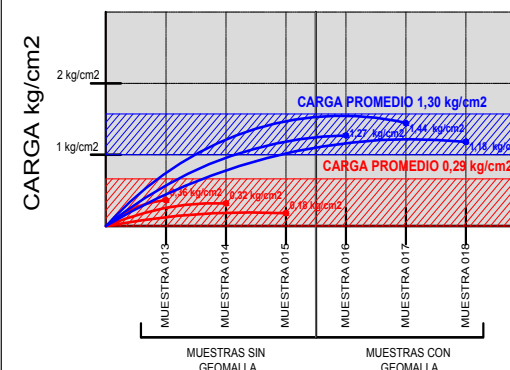
MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA



MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA



MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA FLEXIÓN



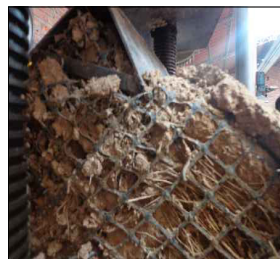
ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO CORTE DIAGONAL (según norma N.T.E. E0.80 Compresión diagonal) MUESTRAS 7 Y 8

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PRUEBA	MEDIDAS en cm			ESQUEMA	ÁREA cm ²	CARGA kg.f	CARGA kg/cm ²	CARGA kg/cm ²
			largo	ancho	altura					
019	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	53 cm	50 cm	36 cm		2650	955	0,88	0,78
020	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	52 cm	51 cm	36 cm		2652	789	0,73	
021	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	53 cm	50 cm	37 cm		2650	812	0,73	
022	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	55 cm	52 cm	39 cm		2860	2284	1,95	1,90
023	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	58 cm	50 cm	41 cm		2900	1876	1,53	
024	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	55 cm	50 cm	40 cm		2750	2651	2,21	

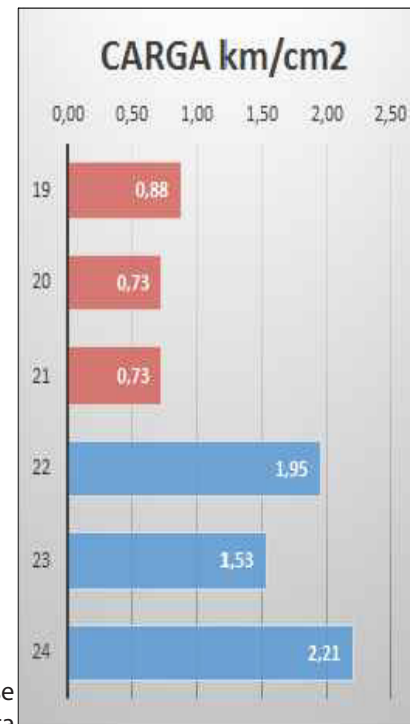


MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA

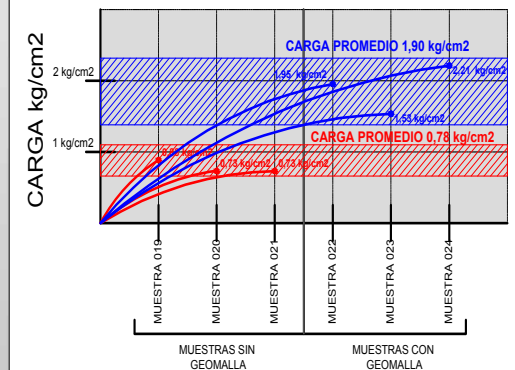


MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA

El esfuerzo ante el corte diagonal produce grietas en los adobes y causa que ellos se separen unos de otros. Cuando se hace uso de la geomalla, igualmente se presenta una fisura que se extiende desde la esquina superior a la inferior, pero la elasticidad de la malla evita que los adobes se caigan.



MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA FLEXIÓN



ENSAYOS DE LABORATORIO
 ENSAYO CORTE DIAGONAL (según norma N.T.E. E0.80 Compresión diagonal) MUESTRAS 9 Y 10

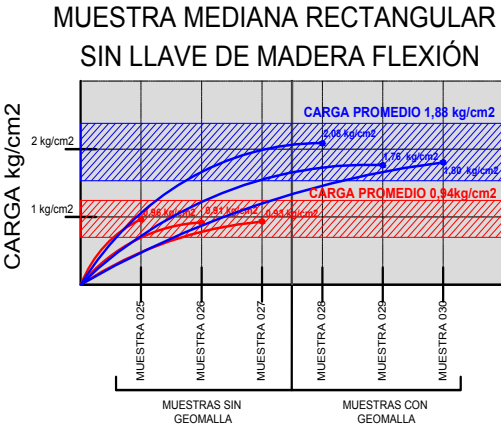
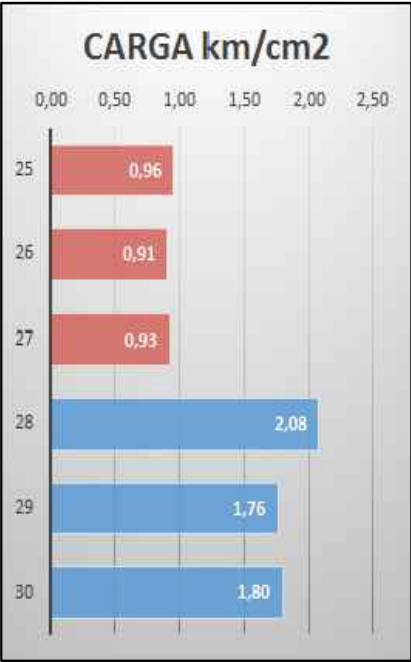
MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PRUEBA	MEDIDAS en cm			ESQUEMA	ÁREA cm2	CARGA kg.f	CARGA kg/cm2	CARGA kg/cm2
			largo	ancho	altura					
025	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	40 cm	39 cm	36 cm		1560	1040	0,96	0,94
026	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	40 cm	40 cm	36 cm		1600	987	0,91	
027	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	39 cm	40 cm	37 cm		1560	1036	0,93	
028	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	47 cm	47 cm	38 cm		2209	2369	2,08	1,88
029	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	47 cm	47 cm	38 cm		2209	2011	1,76	
030	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	44 cm	41 cm	39 cm		1804	2101	1,80	



MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA

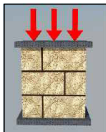
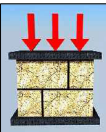


MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA



La carga que se aplicò al muro pequeño, separò enseguida sus adobes, entre tanto que el segundo muro presentò en su mayoría desprendimiento del revoque y fisuras diagonales.

TABLA RESÚMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PRUEBA	MEDIDAS en cm			ESQUEMA	ÁREA cm ²	CARGA kg.f	CARGA kg/cm ²
			largo	ancho	altura				
001	MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	40 cm	63 cm		2400	6720	2,80
002	MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	41 cm	61 cm		2460	5656	2,30
003	MUESTRA GRANDE SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	42 cm	64 cm		2520	7175	2,85
004	MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	58 cm	45 cm	66 cm		2610	13409	5,14
005	MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	56 cm	43 cm	63 cm		2408	11944	4,96
006	MUESTRA GRANDE CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	40 cm	64 cm		2400	13283	5,53
007	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	64 cm	39 cm	44 cm		2496	9113	3,65
008	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	61 cm	38 cm	42 cm		2318	8514	3,67
009	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	COMPRESIÓN	63 cm	39 cm	43 cm		2457	9078	3,69
010	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	57 cm	44 cm	40 cm		2508	13362	5,33
011	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	59 cm	48 cm	40 cm		2832	12886	4,55
012	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	COMPRESIÓN	60 cm	49 cm	40 cm		2940	14602	4,97
013	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	60 cm	40 cm	37 cm		2400	864	0,36
014	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	60 cm	41 cm	37 cm		2460	789	0,32
015	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	62 cm	42 cm	36 cm		2604	476	0,18
016	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	66 cm	43cm	39 cm		2838	3603	1,27
017	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	62 cm	42 cm	39 cm		2604	3753	1,44
018	MUESTRA MEDIANA RECTANGULAR SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	FLEXIÓN CARGA PUNTUAL	62 cm	42 cm	38 cm		2604	3073	1,18
019	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	53 cm	50 cm	36 cm		2650	955	0,88
020	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	52 cm	51 cm	36 cm		2652	789	0,73
021	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	53 cm	50 cm	37 cm		2650	812	0,73
022	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	55 cm	52 cm	39 cm		2860	2284	1,95
023	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	58 cm	50 cm	41 cm		2900	1876	1,53
024	MUESTRA EN "L" CON LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	55 cm	50 cm	40 cm		2750	2651	2,21
025	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	40 cm	39 cm	36 cm		1560	1040	0,96
026	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	40 cm	40 cm	36 cm		1600	987	0,91
027	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA SIN GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	39 cm	40 cm	37 cm		1560	1036	0,93
028	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	47 cm	47 cm	38 cm		2209	2369	2,08
029	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	47 cm	47 cm	38 cm		2209	2011	1,76
030	MUESTRA PEQUEÑA SIN LLAVE DE MADERA CON GEOMALLA	CORTE DIAGONAL	44 cm	41 cm	39 cm		1804	2101	1,80
031	BLOQUE DE ADOBE SOBRE CARA MAYOR	COMPRESIÓN	21 cm	19 cm	40 cm		399	1087	2,72
032	BLOQUE DE ADOBE SOBRE CARA MENOR	COMPRESIÓN	40 cm	21 cm	19 cm		840	5085	6,05

ENSAYO DE SIMULACIÓN SÍSMICA DE UN MÓDULO DE ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA

Debido a que en la universidad no se contaba con el equipo necesario para realizar ensayos sísmicos de muros a escala, se tomó como referencia unos ensayos realizados en Perú.

En el año del 2004, después de años de investigación experimental con geomallas, la Pontificia Universidad Católica del Perú, decide realizar en conjunto con el Instituto Getty de Conservación, un estudio con módulos de adobe reforzados con geomalla, sometidos a esfuerzos de una simulación sísmica a escala 1:1. El módulo se encontraba reforzado con geomalla biaxial y revocado solamente la mitad del muro.

Para poder simular el comportamiento del muro ante un sismo, es indispensable conocer su capacidad de resistencia ante una fuerza cortante coplanar. Esta fuerza se puede conseguir mediante ensayos cíclicos dividiendo la fuerza horizontal entre la sección transversal del muro.

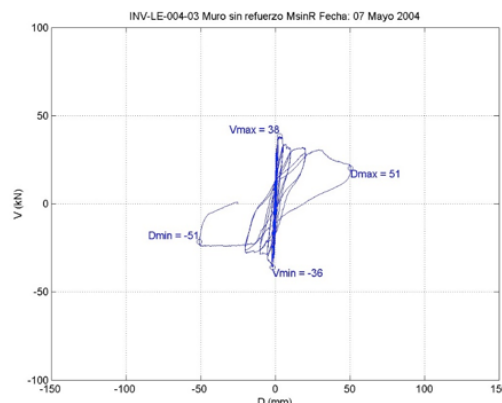


Módulo de adobe con geomalla antes de someterse al ensayo
Fuente: DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE EN EL PLANO DEL MURO

Para este ensayo se realizaron 3 tipos de muestras:

- M1: la primera muestra corresponde a un muro de adobe sin refuerzo. El muro presentó un comportamiento elástico hasta alcanzar la resistencia de 0,8 kg/cm², luego de esto se presentaron grietas diagonales en ambos sentidos. En el gráfico se puede observar la curva de fuerza-deformación donde alcanza una fuerza máxima de 38KN. ²⁶



Muro de adobe sin refuerzo, fuerza cortante vs desplazamiento horizontal

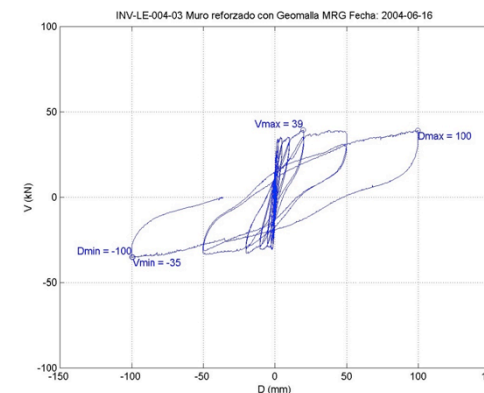
Fuente: DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

- M2: la segunda es un muro de adobe envuelto con geomalla. Esta muestra alcanzó una fuerza máxima de 39KN. El esquema de grietas que presentó fue muy parecido a la muestra anterior, sin embargo después de lograr la fuerza máxima las fisuras presentaron un comportamiento dúctil y una resistencia elástica, siendo capaz de soportar mayores deformaciones. ²⁷



Muro de adobe con refuerzo y sin revoque en ensayo cíclico horizontal

Fuente: DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009



Muro de adobe con refuerzo y sin revoque. Fuerza cortante vs desplazamiento horizontal

Fuente: DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

²⁶ DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

²⁷ DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

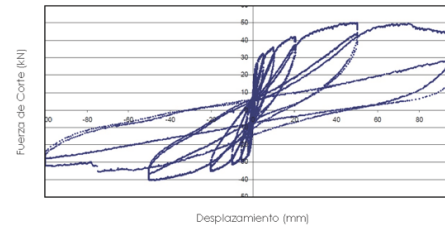
- M3: corresponde a una muestra de un muro de adobe reforzado con geomalla y revocado. Las grietas que se presentaron en este caso son más cortas y se distribuyeron a lo largo de la superficie del muro. En la gráfica se observa que existe una gran absorción de energía. Pero luego de alcanzar el máximo de fuerza cortante presentó un cuadro similar al M2, donde la geomalla actúa como un material de confinamiento del muro y permite mayores deformaciones.²⁸



Muro de adobe con refuerzo y revoque
Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009



Muro de adobe con refuerzo y revoque en ensayo cíclico horizontal
Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009



Muro de adobe con refuerzo y revoque. Fuerza cortante vs desplazamiento horizontal
Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

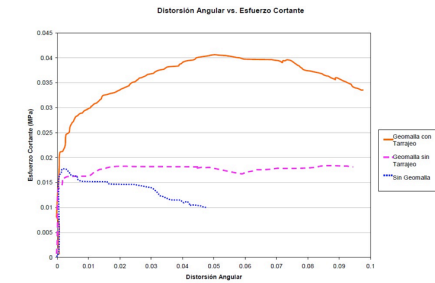


Muro de adobe con refuerzo y revoque
Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

En el gráfico de comparación de las 3 muestras de muro de adobe se observa que para una distorsión angular del 25%, equivalente a un esfuerzo cortante medio de 0,4 kg/cm². La resistencia al corte disminuye a partir de este punto y se mantiene el nivel de resistencia del M2.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FUERA DEL PLANO

La resistencia al momento flector hace referencia a la capacidad que poseen estos muros de resistir fuerzas perpendiculares al plano, en lugares críticos



Curvas comparativas Esfuerzo Cortante vs Deformación Angular
Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

cos como las esquinas superiores. Esta propiedad es muy importante sobre todo en elementos estructurales.

Para los ensayos se probaron muros de 0,8m de ancho por 1,6m de alto y 0,22m de espesor, tanto vertical como horizontalmente.

En los ensayos de flexión en muros verticales, dos de las muestras se reforzaron con geomalla y revoque, mientras que una permaneció sin refuerzo alguno. La fuerza estuvo concentrada al centro de la altura vertical y el comportamiento fue parecido al de un muro de concreto armado. El desplazamiento máximo con respecto al centro de la luz fue de 50mm en los muros reforzados con geomalla, y en los no reforzados fue de 2mm, con una fuerza lateral máxima de 11KN. Sin embargo los muros reforzados no se probaron hasta llegar a la fuerza máxima porque se ponía en riesgo la estabilidad del sistema de ensayo. No se sabe si presentan primero una falla por compresión o por tracción.²⁹

²⁸ DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

²⁹ DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009





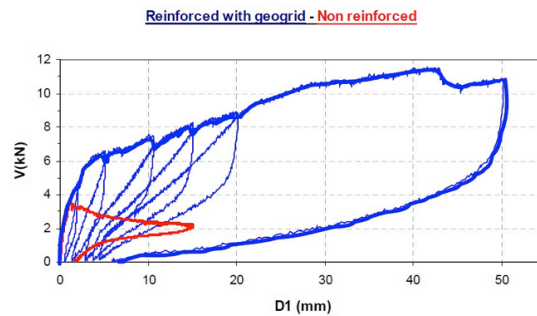
Secuencia del ensayo a flexión

Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009



Ensayos a flexión de muro de adobe reforzado

Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009



Curvas comparativas de Fuerza vs Desplazamiento Horizontal entre muros reforzados y sin refuerzos

Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

En los ensayos de flexión en muros en posición horizontal todas las muestras se encontraban reforzadas con geomalla, ya que en esa posición no serían capaces de soportar su propio peso. Las cargas se situaron en los tercios de la luz de manera que la fuerza contacte sea mínima. Los resultados en cuanto a resistencia fueron equivalentes a los verticales y así mismo a resultados obtenidos en vigas



Falla en flexión por rotura de la geomalla en tracción

Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

de concreto armado sometidas a flexión.

La primera muestra se sometió a una carga creciente hasta alcanzar un desplazamiento de 100mm hasta falla por corte en las superficies laterales.

La segunda muestra en cambio se sometió a un proceso de carga y descarga con desplazamientos de 5, 10, 20, 50 y 100mm; ninguno de ellos fracasó.

La tercera muestra también pasó por el mismo proceso pero hasta provocar la rotura de la malla. La carga que se alcanzó fue de 12,6KN. Primero se observó la aparición de grietas de tracción por flexión y luego grietas de corte en los extremos.

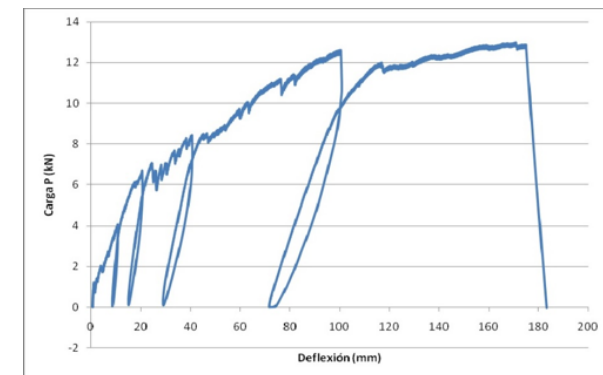


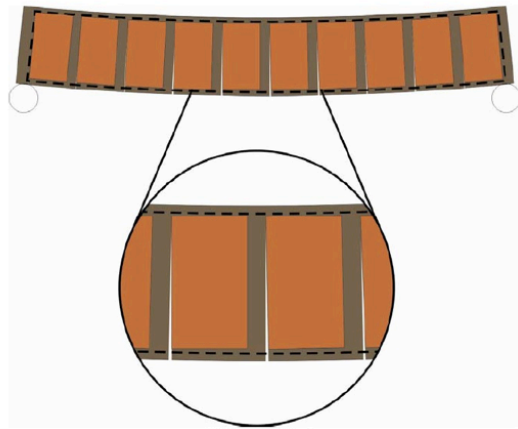
Gráfico Fuerza-Desplazamiento del muro ensayado a la rotura

Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

Una vez terminados los ensayos se examinaron las muestras, determinando que si bien las grietas de flexión se presentaron en bloques de adobe, la mayoría empataban con las juntas de mortero y se propagaban en el espesor del muro.

La falla por compresión del adobe no se produce gracias al esfuerzo de la geomalla como material de

confinamiento, manteniendo el equilibrio de fuerzas hasta que fracasa el muro por tracción.³⁰



Ubicación de las grietas en el ensayo a flexión
Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009



Grietas presentadas en las juntas en la zona central por flexión y en la lateral por corte
Fuente: DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

³⁰ DISEÑO SISMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLA, DANIEL TORREALVA, SEPTIEMBRE 2009

CONCLUSIONES DEL CAPITULO

- Los daños más comunes en el centro histórico de la ciudad de Cuenca son las grietas en la unión de muros o cambio de dirección de los mismos, las fisuras por asentamiento de cubierta sobre estos, desprendimiento de revoques debido a la falta de mantenimiento, además del uso de materiales no compatibles con el adobe y erosión en los muros laterales debido a la falta de revoque.
- Debido a las limitantes principalmente, el tamaño de la máquina que realiza los esfuerzos en los ensayos a realizarse, se ha limitado a la representación de muros corridos y encuentro de muros esquineros, con la utilización de adobes de medida estándar de 40x21x19cm.
- La normativa en uso para la elaboración de ensayos N.T.E. E0.80 de la república del Perú, cita valores mínimos que deben cumplir los ensayos de laboratorio: Ensayos a compresión por aplastamiento es decir COMPRESIÓN (2,5 kg/cm²), Ensayos a compresión axial en nuestro caso FLEXIÓN CON CARGA PUNTUAL (2 kg/cm²), ensayos a Compresión diagonal es decir CORTE DIAGONAL (0,25kg/cm²). En los resultados obtenidos en los ensayos realizados, cumplimos con los requerimientos mínimos en 2 de los tres ensayos, es decir el de compresión por aplastamiento y compresión diagonal, incluso sobrepasando en algunos casos hasta en un 200%.
- Dentro de la misma normativa, cita que para la elaboración de ensayos de sismoresistencia o ensayos sísmicos se necesita realizar un conjunto de muros a escala real, por lo tanto este ensayo queda fuera de nuestro alcance, debido a las limitaciones de recursos y de la no existencia de máquinas para este tipo de ensayos. Para fines técnicos se tomará

el valor mínimo establecido por la norma es decir la fuerza sísmica horizontal en la base para las edificaciones de adobe cuya formula es $H=S.U.C.P$ donde S(Factor de suelo para Cuenca equivalente a 1,0); U(Factor de uso, tomaremos el mas común, el uso de vivienda 1,0); C(Coeficiente sísmico para la región es 0,3) y P(Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva).

- Los resultados obtenidos dentro de los 5 tipos de ensayos realizados, podemos hacer un análisis comparativo entre las muestras sin geomalla y con geomalla y llaves de madera de refuerzo. Por ejemplo en el ensayo no. 1 de compresión por aplastamiento tenemos una relación entre el primero y el segundo al sacar las cargas promedio de que la primera llega a 2,65 kg/cm² mientras que la segunda da 5,21 kg/cm² es decir una diferencia de 196% equivalente a 1,96 veces mayor al contar con el refuerzo. Citaremos la diferencia en el resto de muestras dando así: ensayo no. 2 diferencia de 1,8 veces, en el ensayo no. 3, la diferencia es 4,48 veces mas; en ensayo no. 4, diferencia de 2,43 veces y finalmente el ensayo no. 5 la diferencia es el doble. Por lo tanto el sistema constructivo de refuerzo con geomalla y elementos de madera, aumenta considerablemente la resistencia del muro en el que es aplicado, aun cuando los adobes no son de tan buena calidad.

- La geomalla aporta una gran flexibilidad a los muros de adobes. En todos los ensayos realizados evitó que un gran porcentaje del material se desprendiera y que las fisuras presentadas sean de una menor proporción que en los muros que no tenían geomalla. Es decir, hubo una mayor resistencia a los esfuerzos por tracción.

- De igual manera se comprobó que el uso de revoques, junto con la geomalla, crea un material más

resistente a los distintos tipos de esfuerzo. Las llaves de madera evitaron mayores desplazamientos de los adobes en las pruebas a corte diagonal.

- Finalmente como conclusión general luego de realizados los respectivos ensayos respaldados por una normativa vigente en un país con riesgo sísmico alto y variedad de estudios y experiencias en el desarrollo del sistema constructivo de geomallas; a esto se le suma los resultados positivos obtenidos; podemos decir que el uso de geomallas y elementos de madera en el refuerzo de un muro de adobe aumenta su resistencia en un mínimo de 196% , beneficiando a la restauración de los mismos con un método poco invasivo y altamente eficiente.





04

Proyecto



Luego de realizados los estudios previos acerca de los aspectos generales del sistema constructivo de geomallas y elementos de madera, un primer acercamiento a la manufactura del mismo en muestras de laboratorio y su posterior puesta a prueba de su resistencia mediante ensayos; es necesario realizar módulos que reúnan todas las ventajas del sistema constructivo para su aplicación en casos puntuales de restauración de muros de adobe. Incluye este capítulo también la aplicación del sistema constructivo en una vivienda con muros de adobe, y finalmente se reúne toda la información en una cartilla constructiva para el uso de restauradores y constructores en adobe.

04

Proyecto

4.1 Diseño de módulos tipo como solución al problema

Los módulos tienen como punto de partida la experiencia constructiva previa de la realización de muestras de laboratorio, mismas que basan en las medidas del bloque de adobe comúnmente utilizado en el sector de Cuenca y áreas rurales cercanas (ancho 19cm, largo 40cm, altura 21cm). Cabe destacar también que los módulos representan partes puntuales de los muros de una vivienda tipo de una planta con el objetivo de aplicar toda la información reunida y respaldada por documentos técnicos acerca del sistema de uso de geomallas como el mencionado en el capítulo 1: “Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras” del Dr. Marcial Blondet de la Pontificia Universidad Católica de Perú; partes puntuales como muros corridos, encuentros de muros en esquinas y perpendiculares, vanos en puertas y vanos en ventanas. Todos ellos

incluirán un cimiento común de 50 cm de ancho y 60 cm de profundidad, la altura de los muros será de 3,00 m (relación de tantas 7,5 veces el ancho del muro de 40cm), y sobre estos una viga collar de madera aserrada de eucalipto de 4cmx3cm; tomando en cuenta que sobre estos descansará la cubierta tradicional de teja artesanal con estructura de madera o sus similares.

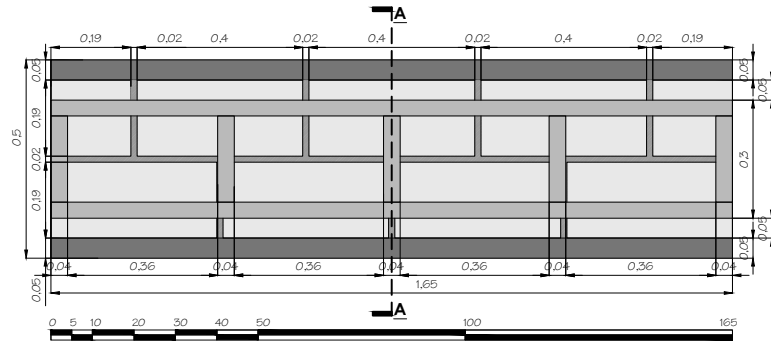
Entre los aspectos generales a tomar en cuenta para la realización de los módulos de aplicación de adobe con geomallas y refuerzos de madera para la restauración de muros de adobe; tenemos las medidas básicas enumeradas a continuación:

- Cimiento de Piedra: Hormigón Ciclópeo relación 60-40 (Piedra – hormigón) $a=0,50m$; $l=1,65m$; $h=60cm$.
- Adobes tradicionales en medidas de $a=0,19m$; $l=0,40m$; $h=0,21m$.
- Juntas de barro $e=0,02m$

- Altura de muro desde cimiento hasta la viga collar cubierta con barro $e=0,02m$; $h\text{ muro}=3,00m$; $a\text{ muro}=0,40$; $l\text{ muro}=1,65m$.
- Traslapes de geomalla mínimo 50cm.
- Rafas de amarre de geomalla $l=0,70m$; cada 0,30m, cada 2 hiladas; intercaladas entre ellas.
- Tabla de aprisionado de Geomalla $a=0,015m$; $l=1,65m$; $h=0,15m$. Madera aserrada eucalipto.
- Viga collar tipo escalerilla, madera aserrada de Eucalipto en tiras de 0,04x0,03x1,65m con peldaños cada 0,36m.
- Pasadores de varilla rosca de 12mm, cada 0,30m con tuerca, con medida de 0,45m.
- Tarrajeo de barro $e=0,05m$.
- Llaves de madera aserrada de eucalipto, tiras de 0,04x0,03m, triángulo rectángulo con $a=0,50m$, $b=0,50m$ y $c=0,70m$.



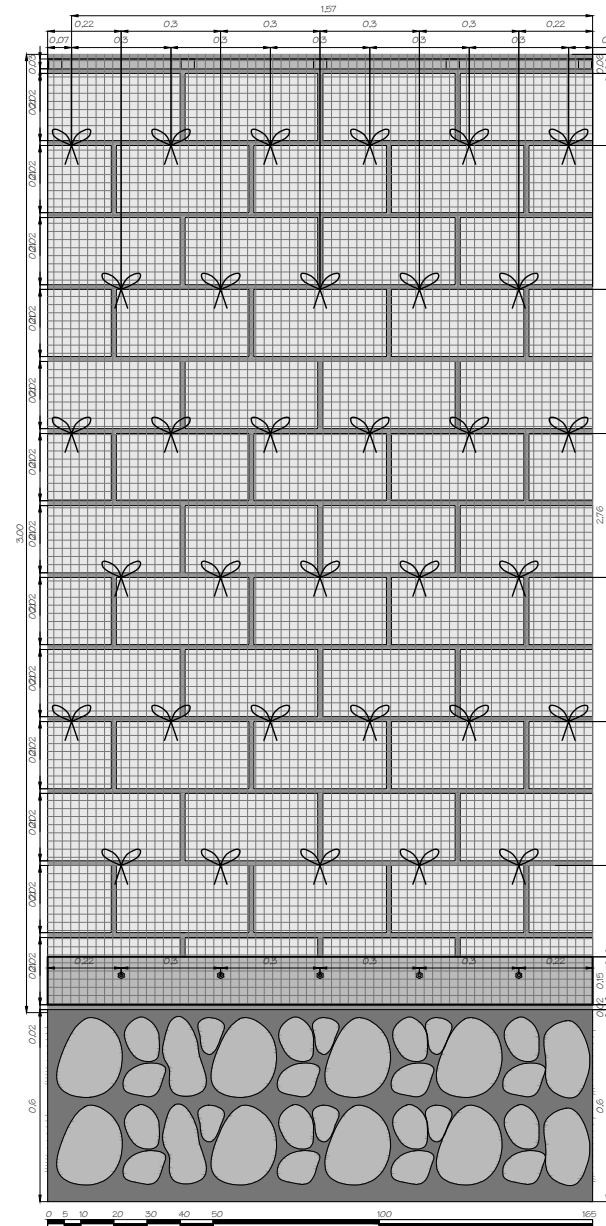
Módulo de muro corrido



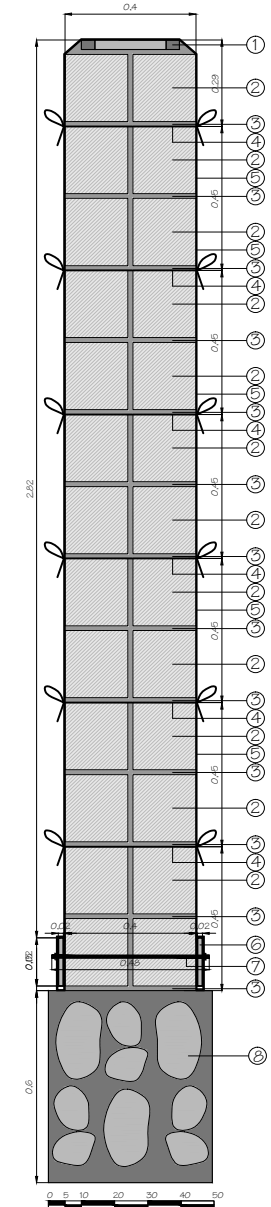
PLANTA - MODULO 001

LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO $e=2$ cm.
4. RAFLA DE NYLON $c/30$ cm horizontal, $c/2$ hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO $e=1,5$ cm $a=15$ cm.
7. VARILLA ROSCADA $e=12$ mm con tuerca en ambos extremos $c/30$ cm.
8. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE ECUALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.



ELEVACIÓN - MODULO 001



CORTE A-A - MODULO 001

Medidas generales

CIMIENTO:

Ancho: 0,50m

Largo: 1,65m

Altura: 3,00m

MURO:

Ancho: 0,40m sin revoque.

Largo: 1,65m sin revoque.

Altura: 3,00m sin revoque.

Juntas: 0,02cm

Adobes: 0,40x0,21x0,21m

Viga Collar Escalerilla: tiras de 0,04x0,03m L=1,65m

Raflas: L=0,70m, cada 30cm, cada 2 hiladas intercaladas.

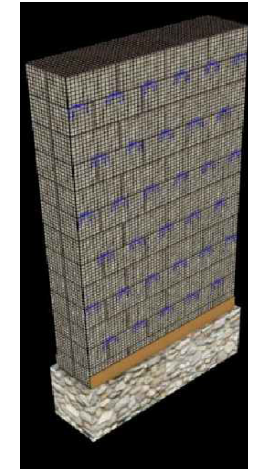
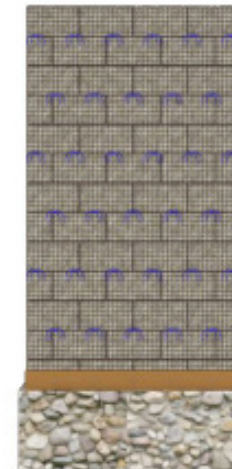
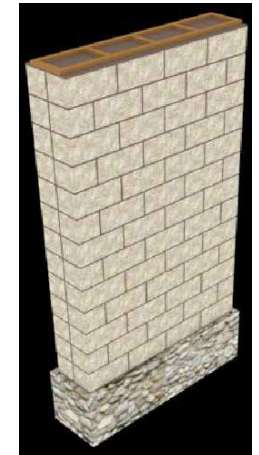
Tablas de aprisionado: 1,65x0,15x0,015m. Eucalipto.

Pasadores varilla roscada L=0,45; cada 30cm con tuerca.

Revoque: e=5cm.

DESCRIPCIÓN:

Módulo de aplicación, para muros corridos, sin vanos. Su altura representa 7,5 veces el ancho del muro y su largo 4 veces el ancho del muro. Aplicable a restauración de muros corridos con fallas como fisuras, agrietamientos, asentamientos, desprendimiento de revocos, entre otros.



Axonometría frontal de módulo de muro corrido sin geomalla.
Elaboración: Equipo de Trabajo

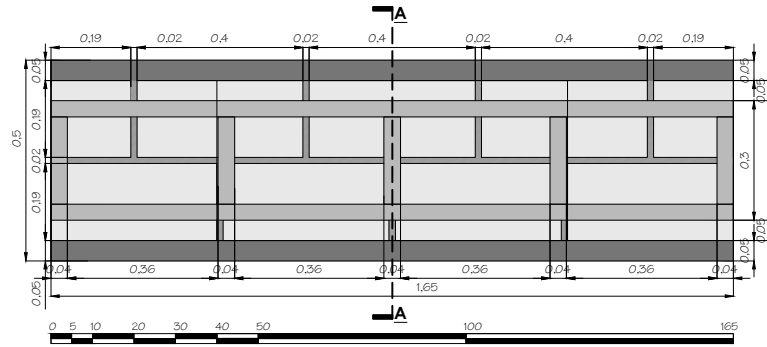
Axonometría en perspectiva de módulo de muro corrido sin geomalla.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría frontal de módulo de muro corrido con geomalla.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de módulo de muro corrido con geomalla.
Elaboración: Equipo de Trabajo.



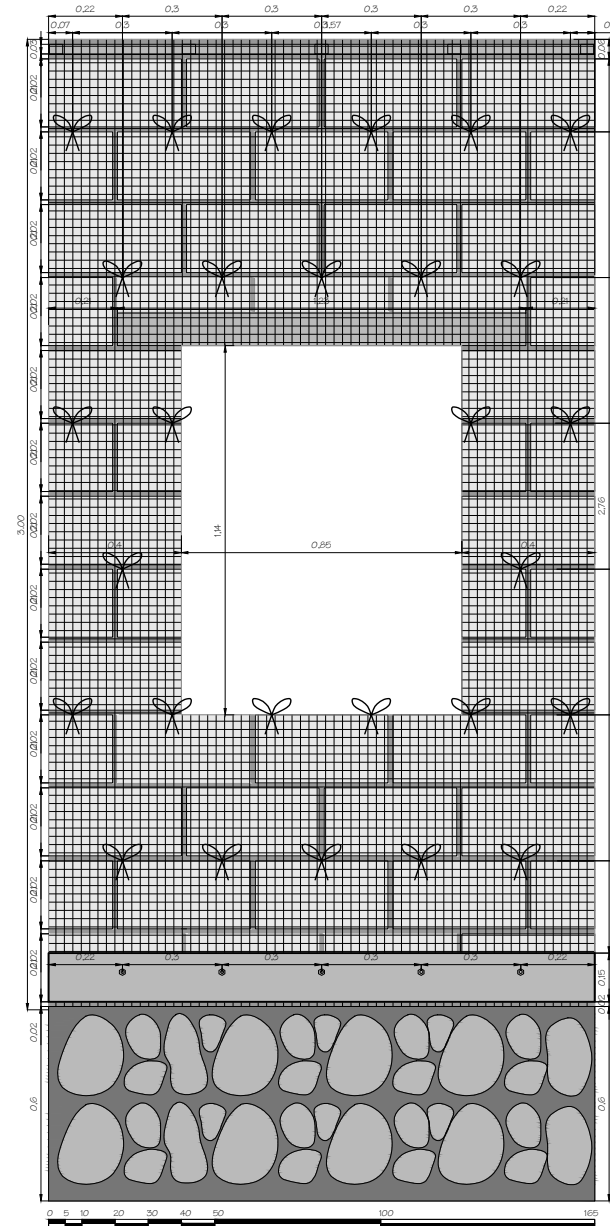
Módulo de muro con vano de ventana



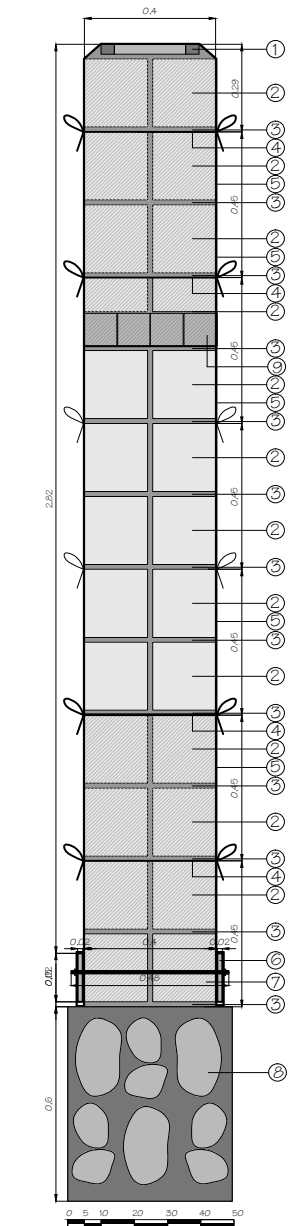
PLANTA - MODULO 002

LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO $e=2cm$.
4. RAFLA DE NYLON $c/30cm$ horizontal, $c/2$ hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO $e=1,5cm$ $a=15cm$.
7. VARILLA ROSCADA $e=12mm$ con tuerca en ambos extremos $c/30cm$.
8. CEMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.



ELEVACIÓN - MODULO 002



CORTE A-A - MODULO 002

Medidas generales

CIMIENTO:

Ancho: 0,50m

Largo: 1,65m

Altura: 3,00m

MURO:

Ancho: 0,40m sin revoque.

Largo: 1,65m sin revoque.

Altura: 3,00m sin revoque.

Juntas: 0,02cm

Adobes: 0,40x0,21x0,21m

Viga Collar Escalerilla: tiras de 0,04x0,03m L=1,65m

Raflas: L=0,70m, cada 30cm, cada 2 hiladas intercaladas.

Tablas de aprisionado: 1,65x0,15x0,015m. Eucalipto.

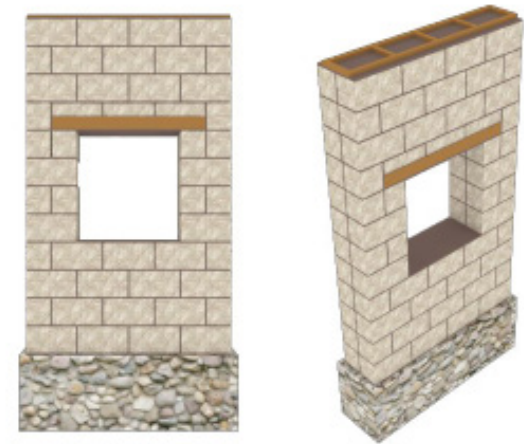
Pasadores varilla roscada L=0,45; cada 30cm con tuerca.

Revoque: e=5cm.

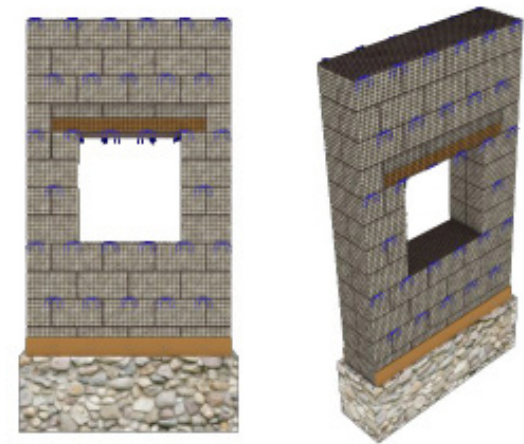
Dinteles: viguetas de madera de 95x10x10cm

DESCRIPCIÓN:

Módulo de aplicación, para muros con vanos de ventana de 1,14m x 0,85m. Su altura representa 7,5 veces el ancho del muro y su largo 4 veces el ancho del muro. Aplicable a restauración de muros con vanos y fallas como fisuras, agrietamientos, asentamientos, desprendimiento de revoques, daños o colapso de dinteles, entre otros.



Axonometría frontal de Módulo 2, Muro con vano de ventana.
Elaboración: Equipo de Trabajo

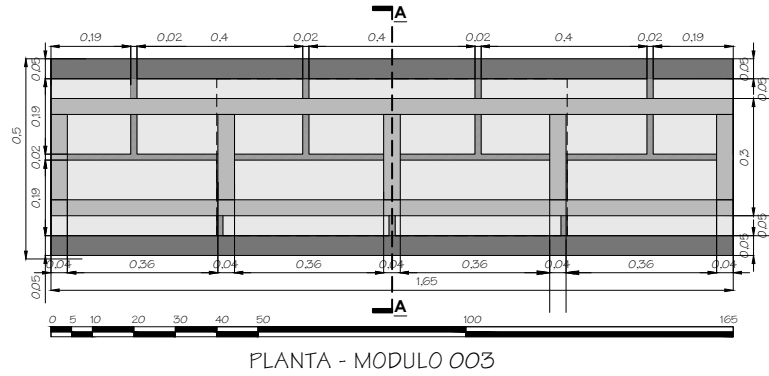


Axonometría en perspectiva de Módulo 2, Muro con vano de ventana. Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría frontal de Módulo 2, Muro con vano de ventana. Elaboración: Equipo de Trabajo

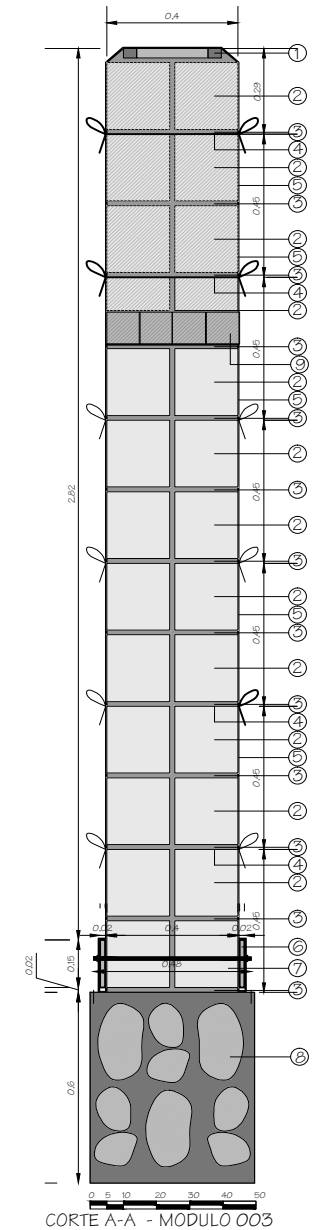
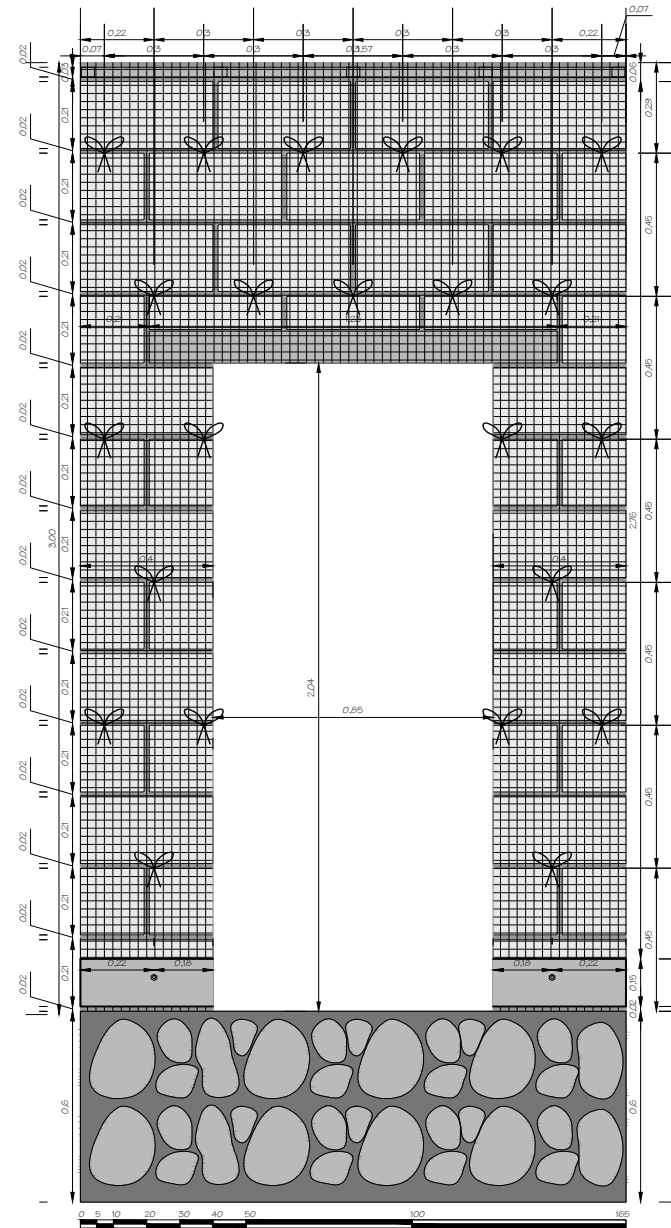
Axonometría en perspectiva de Módulo 2, Muro con vano de ventana. Elaboración: Equipo de Trabajo

Módulo de muro con vano de puerta



LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO $e=2\text{cm}$.
4. RAFLA DE NYLON $c/30\text{cm}$ horizontal, $c/2$ hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAIXIAL POLÍMERA CON NUDO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO $e=1,5\text{cm}$ $a=15\text{cm}$.
7. VARILLA ROSCADA $e=12\text{mm}$ con tuerca en ambos extremos $c/30\text{cm}$.
8. CEMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.



Medidas generales

CIMIENTO:

Ancho: 0,50m

Largo: 1,65m

Altura: 3,00m

MURO:

Ancho: 0,40m sin revoque.

Largo: 1,65m sin revoque.

Altura: 3,00m sin revoque.

Juntas: 0,02cm

Adobes: 0,40x0,21x0,21m

Viga Collar Escalerilla: tiras de 0,04x0,03m L=1,65m

Raflas: L=0,70m, cada 30cm, cada 2 hiladas intercaladas.

Tablas de aprisionado: 1,65x0,15x0,015m. Eucalipto.

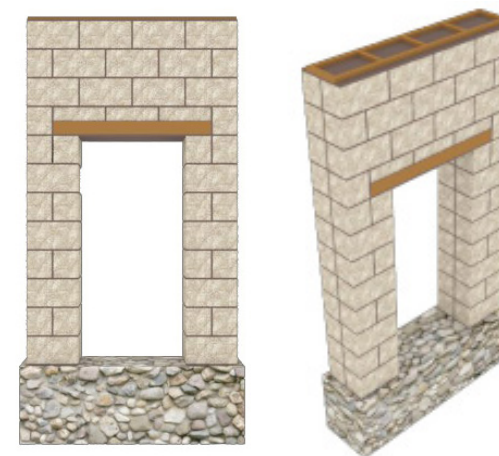
Pasadores varilla roscada L=0,45; cada 30cm con tuerca.

Revoque: e=5cm.

Dinteles: viguetas de madera de 95x10x10cm

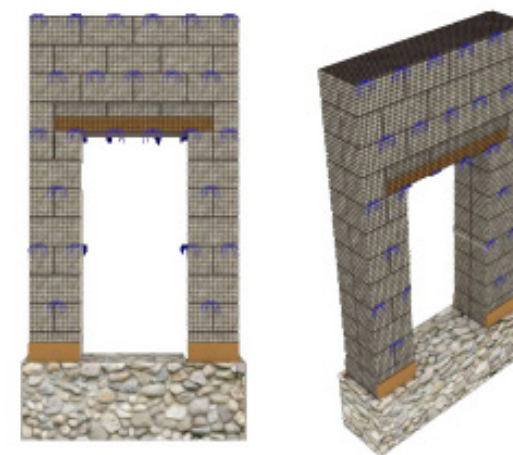
DESCRIPCIÓN:

Módulo de aplicación, para muros con vanos de puerta de 2,04m x 0,85m. Su altura representa 7,5 veces el ancho del muro y su largo 4 veces el ancho del muro. Aplicable a restauración de muros con vanos y fallas como fisuras, agrietamientos, asentamientos, desprendimiento de revoques, daños o colapso de dinteles, entre otros.



Axonometría frontal de Módulo 3, Muro con vano de puerta.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 3, Muro con vano de puerta. Elaboración: Equipo de Trabajo

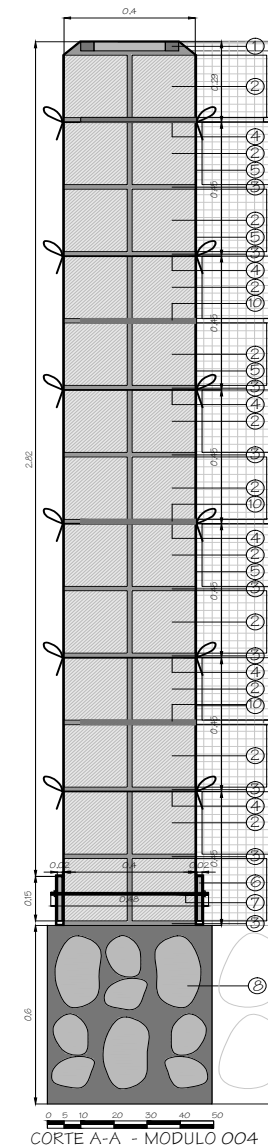
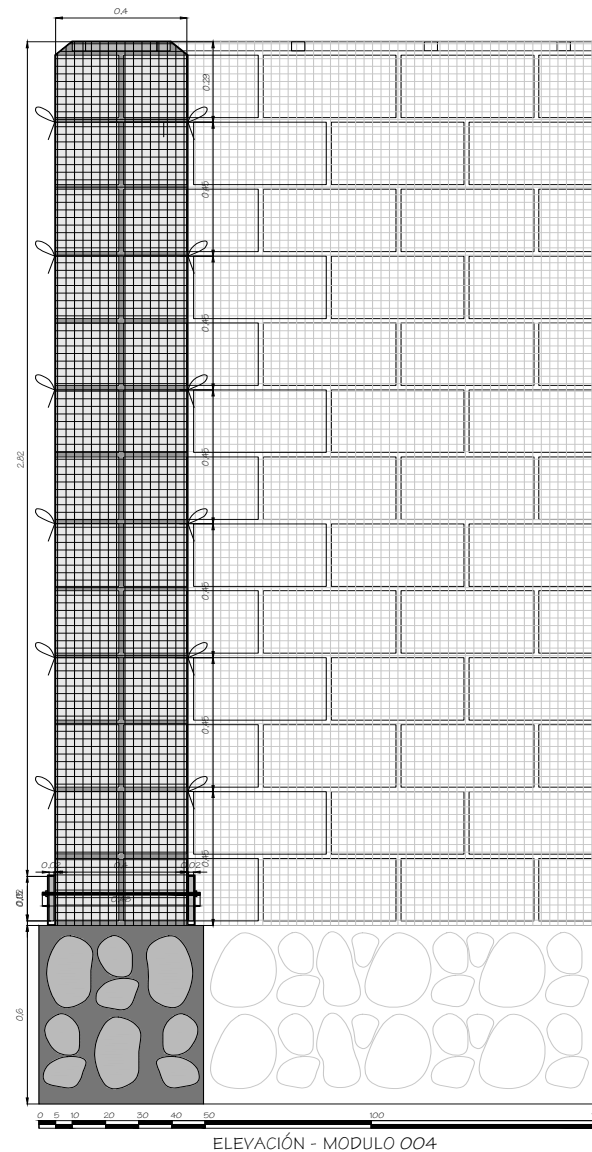
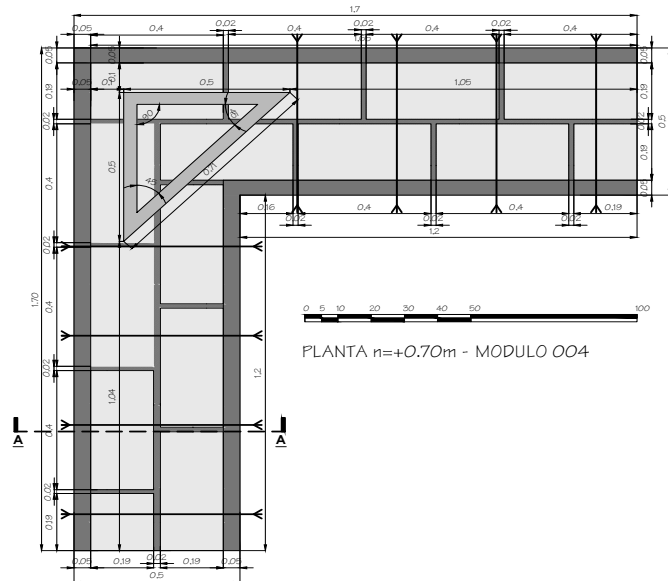
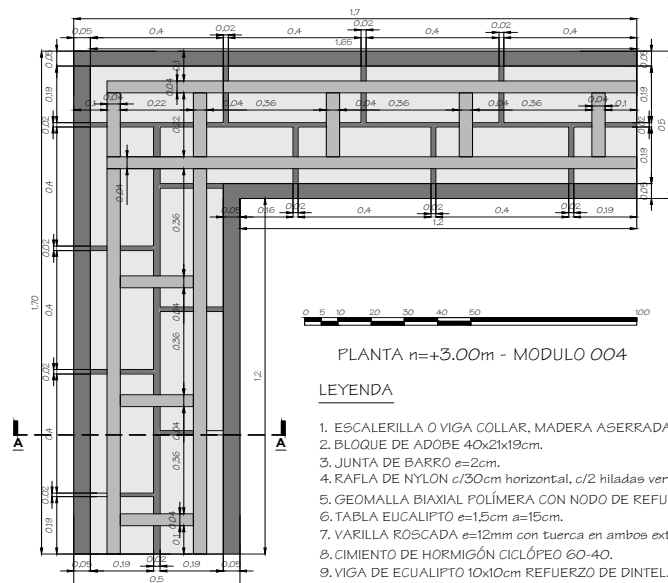


Axonometría frontal de Módulo 3, Muro con vano de puerta.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 3, Muro con vano de puerta. Elaboración: Equipo de Trabajo



Módulo de muro de encuentro de muros esquineros en "L"



Medidas generales

CIMIENTO:

Ancho: 0,50m

Largo: 1,65m

Altura: 3,00m

MURO:

Ancho: 0,40m sin revoque.

Largo 1: 1,70m Largo 2: 1,70m sin revoque.

Altura: 3,00m sin revoque.

Juntas: 0,02cm

Adobes: 0,40x0,21x0,21m

Viga Collar Escalerilla: tiras de 0,04x0,03m L=1,65m

Raflas: L=0,70m, cada 30cm, cada 2 hiladas intercaladas.

Tablas de aprisionado: 1,65x0,15x0,015m. Eucalipto.

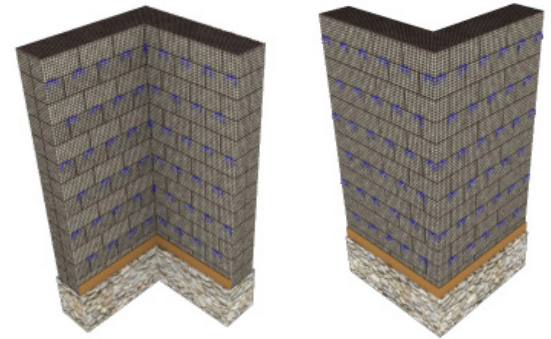
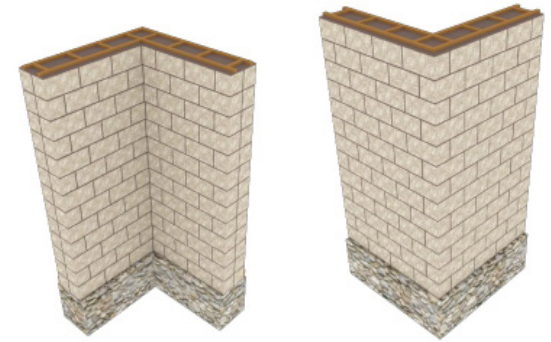
Pasadores varilla roscada L=0,45; cada 30cm con tuerca.

Revoque: e=5cm.

Llave de madera, a=50cm, b=50cm c=70cm.

DESCRIPCIÓN:

Módulo de aplicación, para muros que se encuentran en esquinas formando ángulos rectos. Su altura representa 7,5 veces el ancho del muro y su largo 4 veces el ancho del muro. Aplicable a restauración de muros sin vanos que forman un ángulo recto y fallas como fisuras, agrietamientos, asentamientos, desprendimiento de revoques, entre otros.



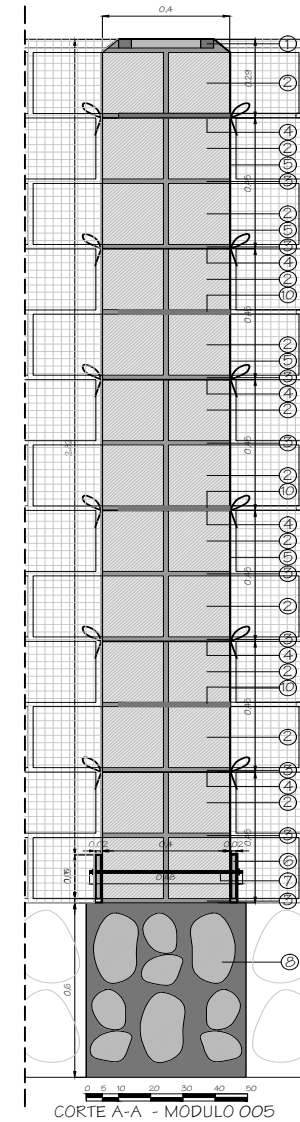
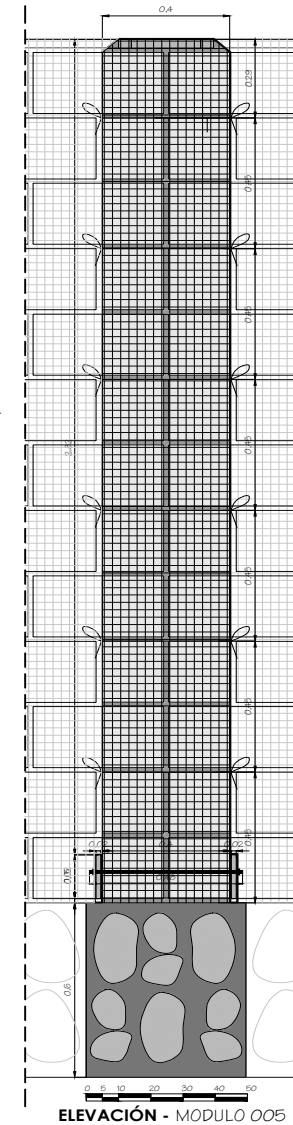
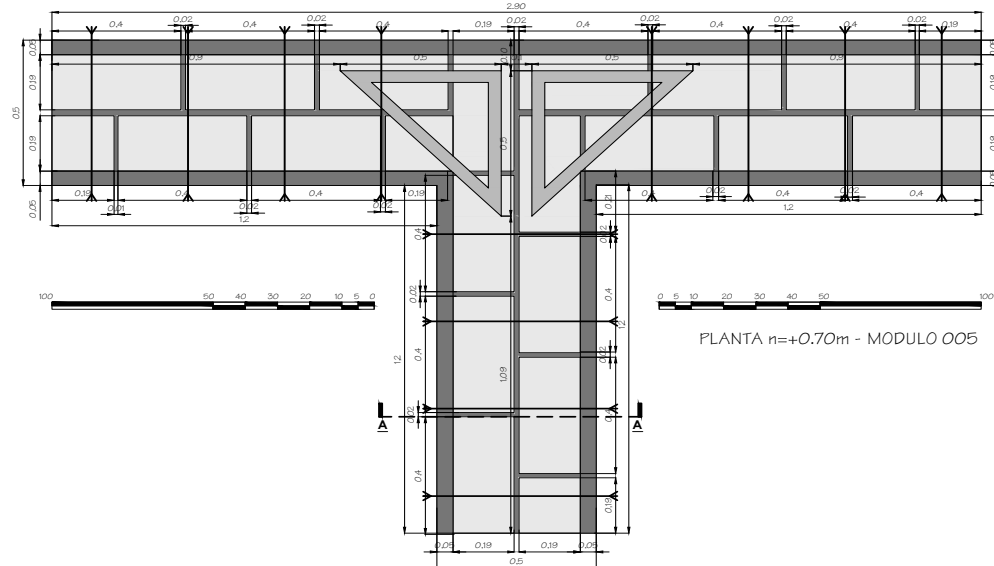
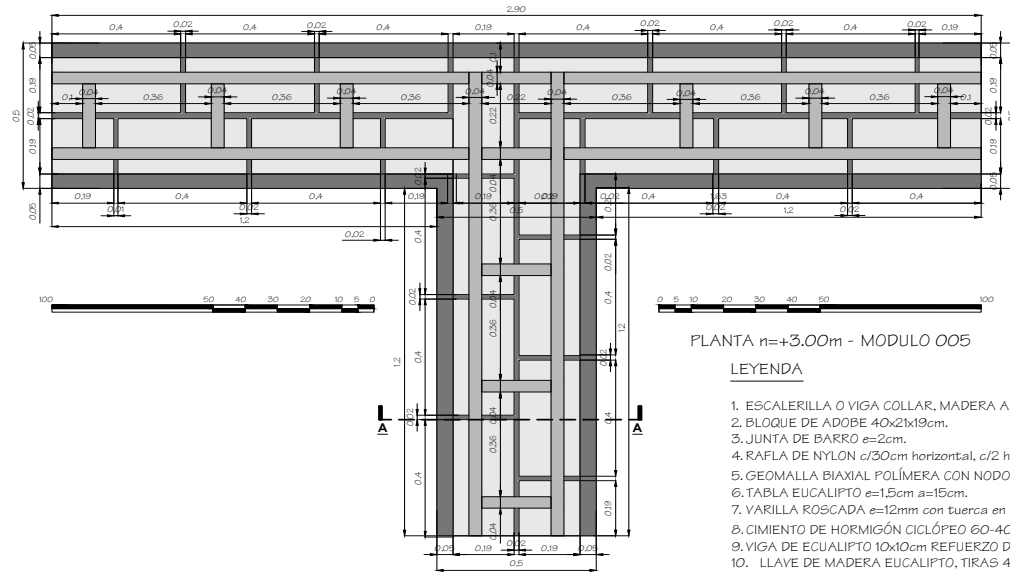
Axonometría frontal de Módulo 3, Muro con vano de puerta.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 3, Muro con vano de puerta.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría frontal de Módulo 3, Muro con vano de puerta.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 3, Muro con vano de puerta.
Elaboración: Equipo de Trabajo

Módulo de muro de encuentro de muros en perpendicular "T"



Medidas generales

CIMIENTO:

Ancho: 0,50m

Largo: 1,65m

Altura: 3,00m

MURO:

Ancho: 0,40m sin revoque.

Largo 1: 1,70m Largo 2: 1,70m sin revoque.

Altura: 3,00m sin revoque.

Juntas: 0,02cm

Adobes: 0,40x0,21x0,21m

Viga Collar Escalerilla: tiras de 0,04x0,03m L=1,65m

Rafas: L=0,70m, cada 30cm, cada 2 hiladas intercaladas.

Tablas de aprisionado: 1,65x0,15x0,015m. Eucalipto.

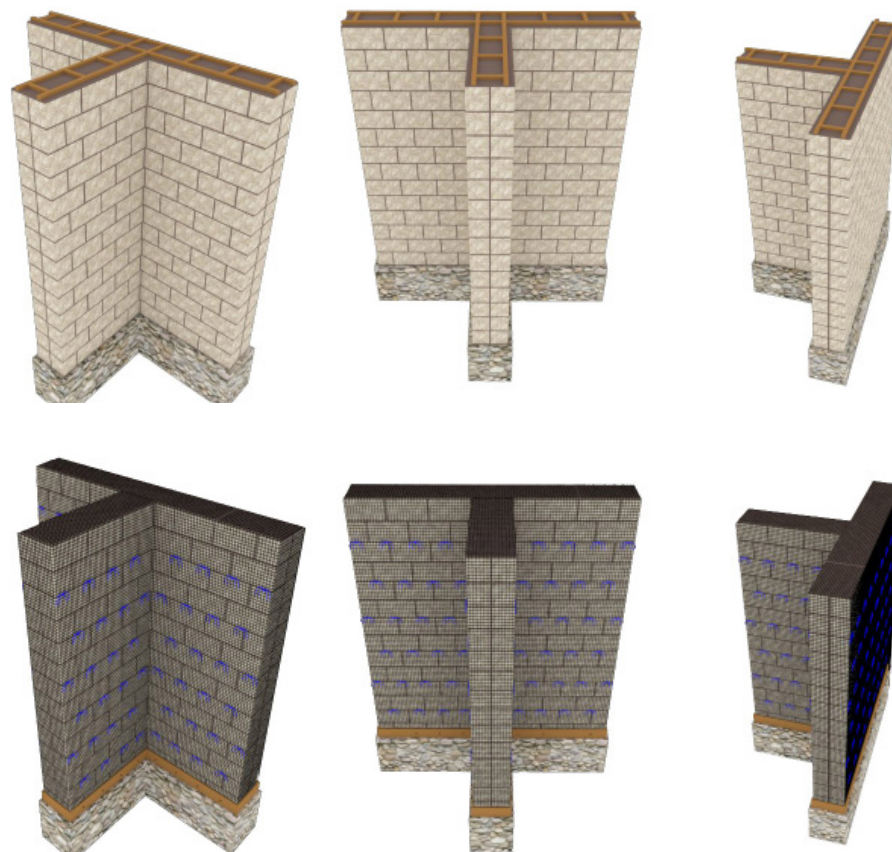
Pasadores varilla roscada L=0,45; cada 30cm con tuerca.

Revoque: e=5cm.

Llave de madera, a=50cm, b=50cm c=70cm.

DESCRIPCIÓN:

Módulo de aplicación, para la intersección de muros en perpendicular formando una T y llegado el caso una cruz. Su altura representa 7,5 veces el ancho del muro y su largo 4 veces el ancho del muro. Aplicable a restauración de muros sin vanos que se encuentran en perpendicular formando una T y fallas como fisuras, agrietamientos, asentamientos, desprendimiento de revoques, entre otros.



Axonometría en perspectiva de Módulo 5, Muro en T encuentro de muros en perpendicular. Elaboración: Equipo de Trabajo

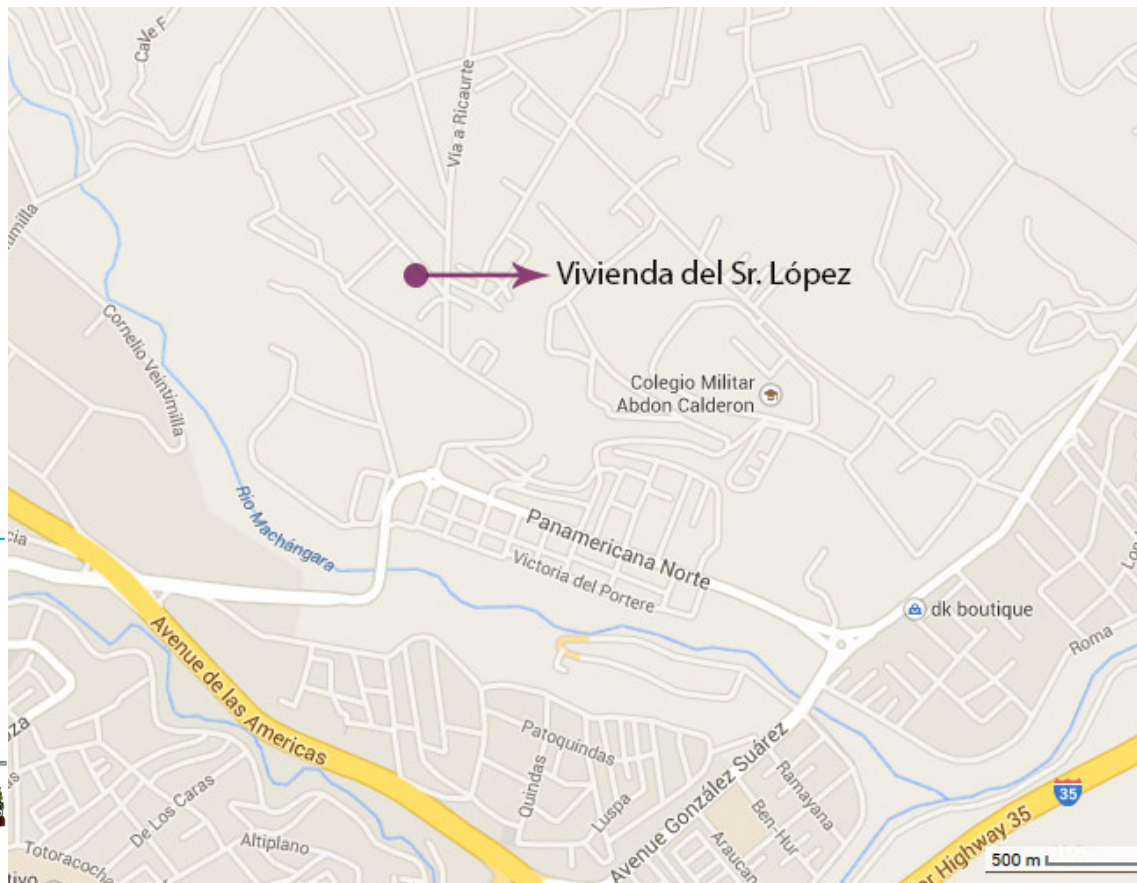
Axonometría en perspectiva de Módulo 5, Muro en T encuentro de muros en perpendicular. Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 5, Muro en T encuentro de muros en perpendicular. Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 5, Muro en T encuentro de muros en perpendicular. Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 5, Muro en T encuentro de muros en perpendicular. Elaboración: Equipo de Trabajo

Axonometría en perspectiva de Módulo 5, Muro en T encuentro de muros en perpendicular. Elaboración: Equipo de Trabajo



4.2 Aplicación del sistema constructivo en un caso puntual de la restauración de una edificación

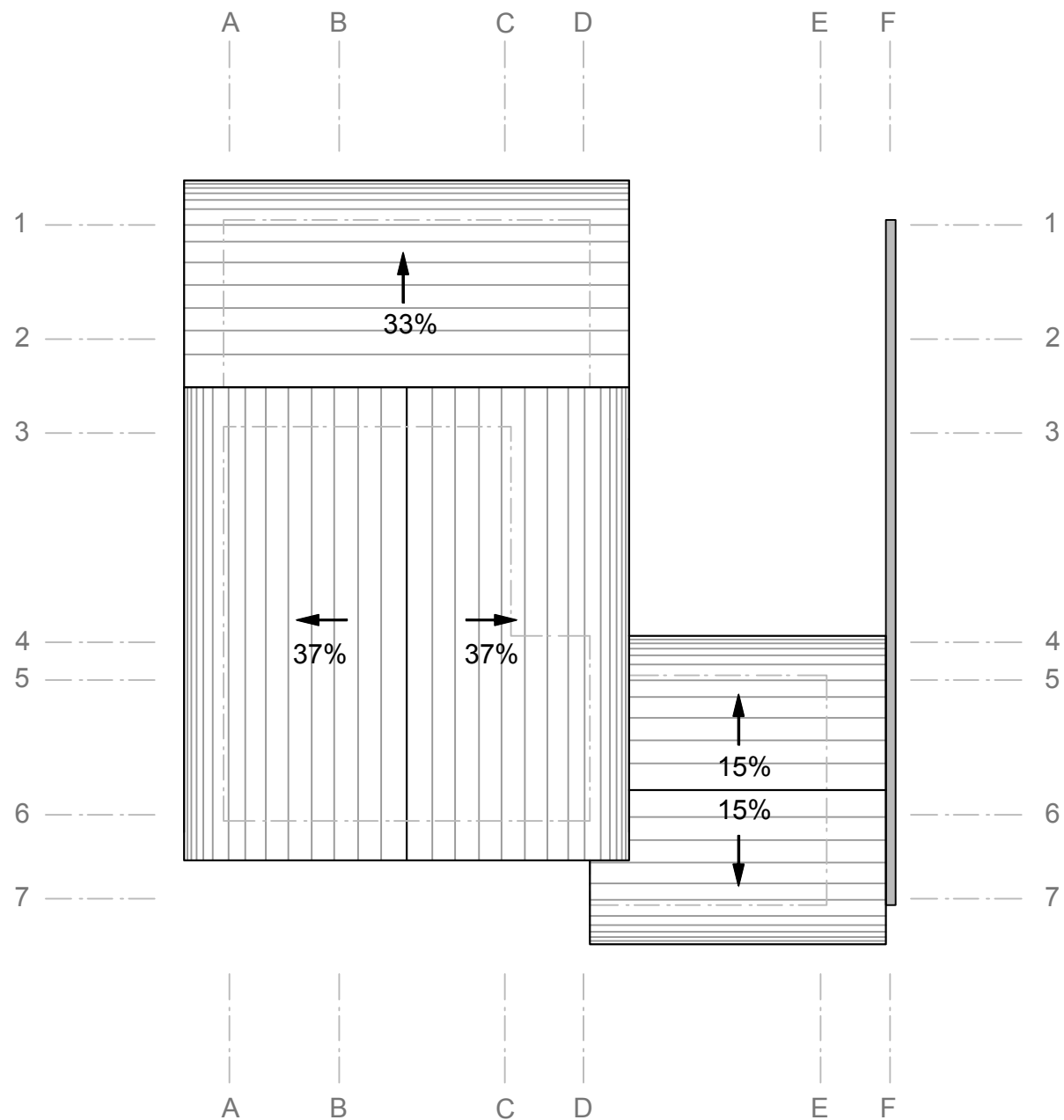
En la parroquia de Ricaurte de la ciudad de Cuenca, se encuentra ubicada la vivienda del Sr. Néstor López. Esta edificación de adobe que data de hace 80 años aproximadamente, es una de las pocas casas que resta en el sector que aún conserva en su estructura materiales tradicionales de construcción en tierra, sobre todo en el sector rural, zona en la que actualmente prevalecen edificaciones de ladrillo y bloque.

Ubicación de Vivienda

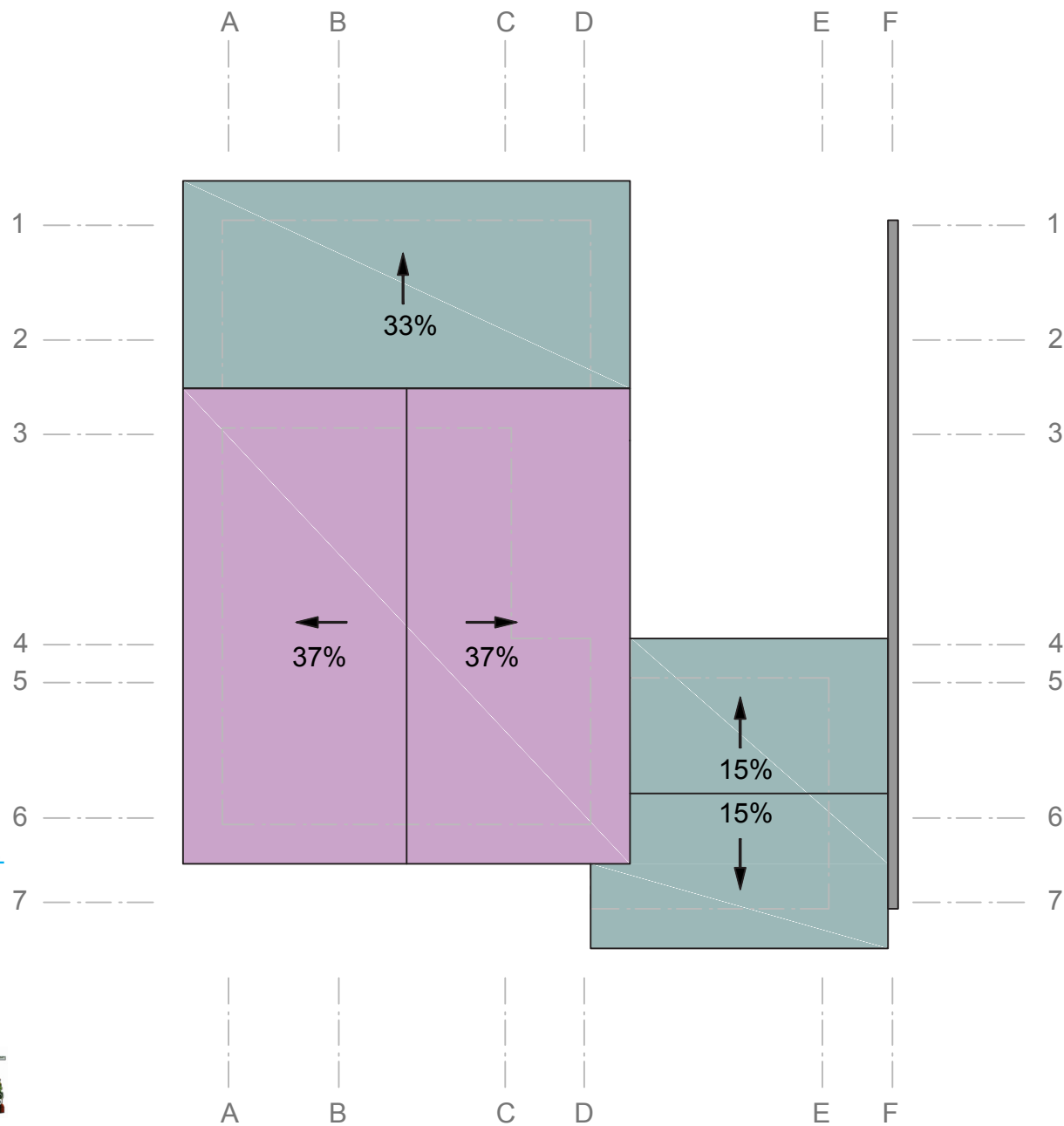
Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/@-2.875336,-78.9670301,313m/data=!3m1!1e3?hl=es-419>


Desde sus inicios hasta el día de hoy, ha sido destinada a un solo uso, que es el de la vivienda. Sin embargo ha sufrido algunos cambios menores en cuanto a sus espacios. La casa López se encuentra conformada por dos tipos de cubiertas:


Planta de Cubiertas
Escala 1:100



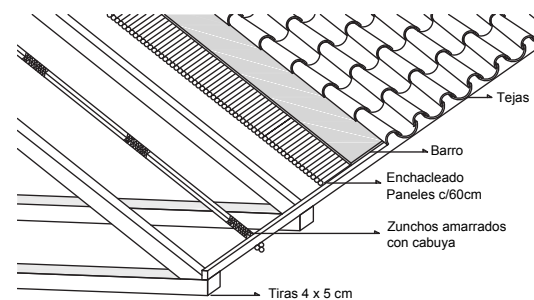
PROYECTO



 Cubierta de tejas y carrizos

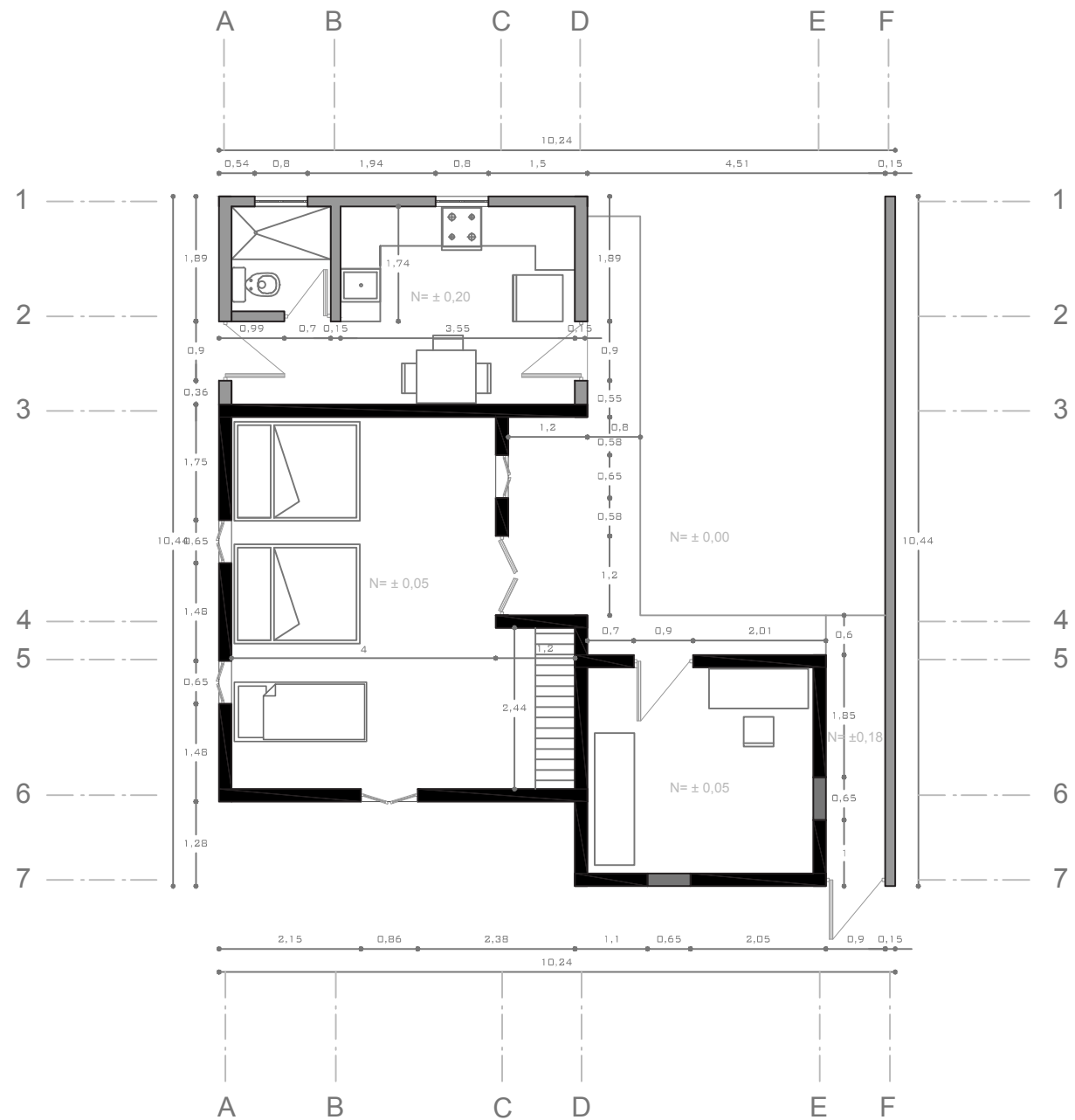
 Cubierta con vigas de madera y plancha de zinc

Detalle Cubierta con Carrizos



Planta de Cubiertas
Escala 1:100

Planta Baja
Escala 1:100



PROYECTO

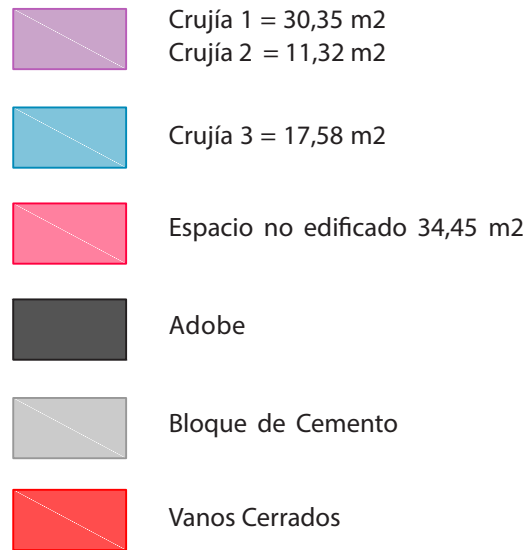




Casa del Sr. Nestor López
Fuente: Grupo de Tesis



Casa del Sr. Nestor López
Fuente: Grupo de Tesis



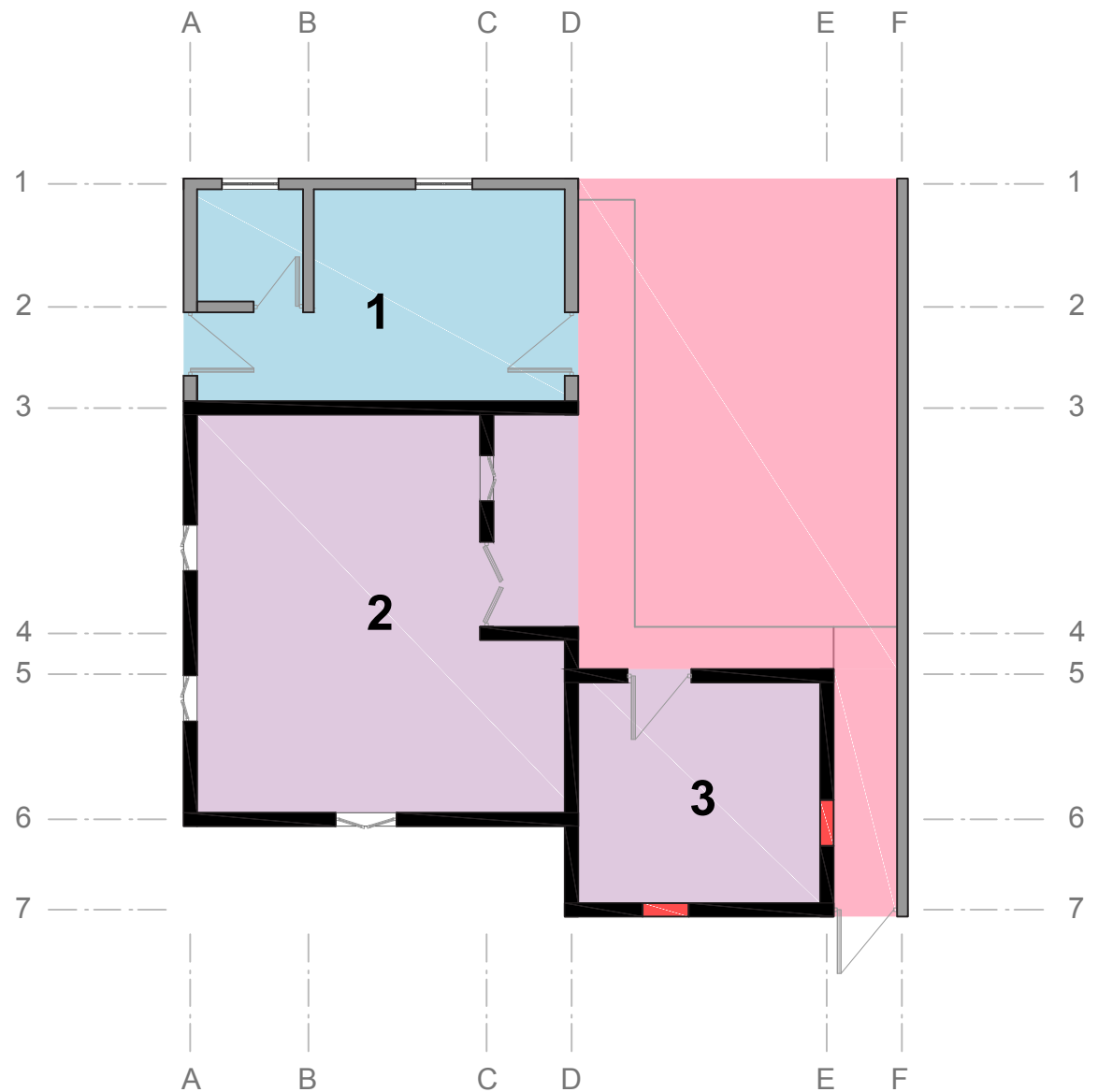
Área de Construcción Total: 59,25 m²

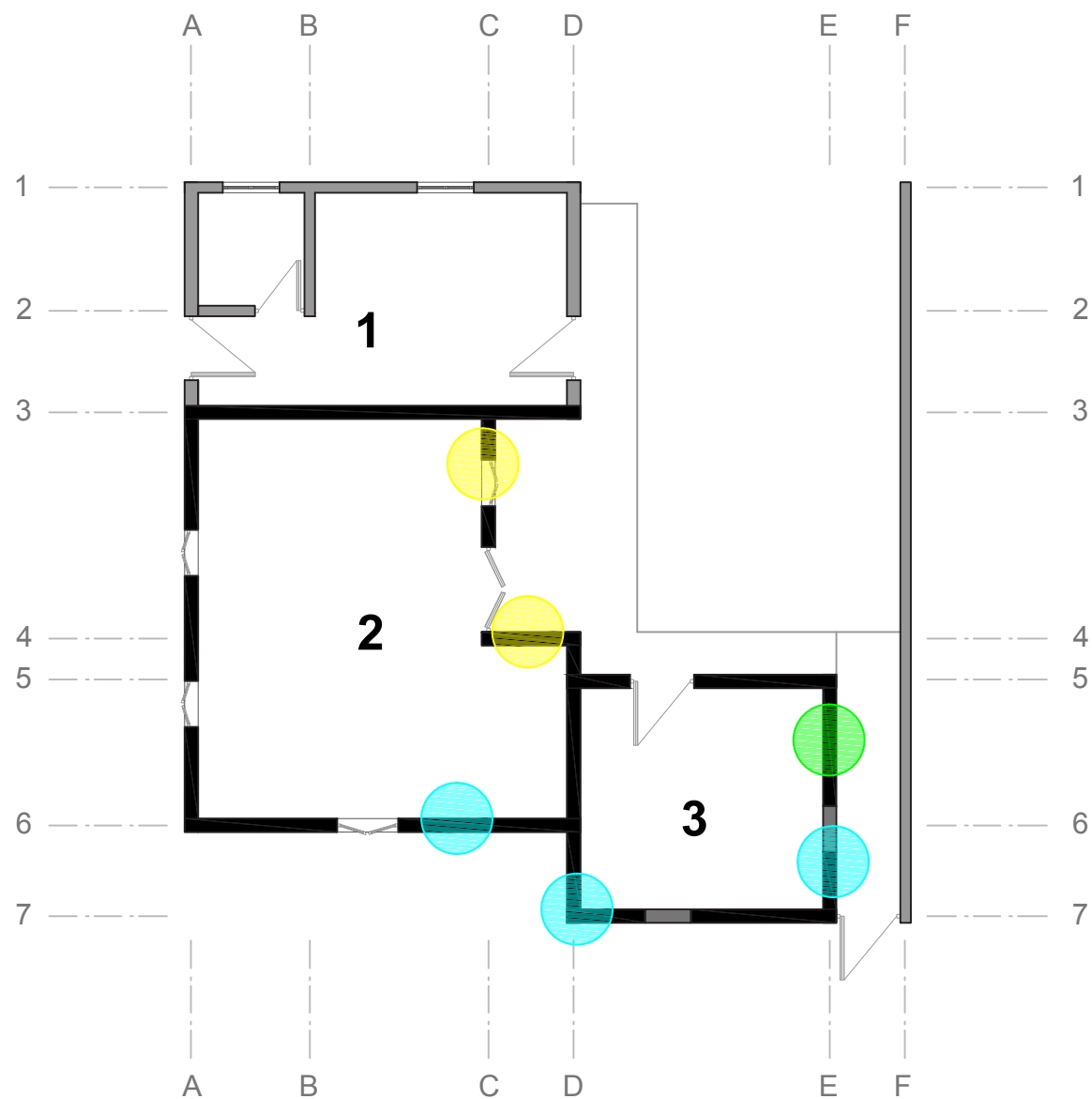
Área del Terreno: 106,90 m²

La casa la componen tres ambientes claramente distinguibles, dos de ellos de adobe, los cuales conforman la estructura original de la vivienda y el tercero de bloque de cemento, que es una adhesion posterior a ella.

Además la crujía 3, contaba originalmente con dos ventanas, una ubicada en el muro lateral derecho y otra en el muro inferior. Estos vanos fueron cerados utilizando el mismo adobe de la construcción.

Planta Baja
Escala 1:100





Dentro de la construcción de adobe (crujía 2 y 3), se encontraron tres tipos de daños comunes:



Desprendimiento de Revoque
Fuente: Grupo de Tesis

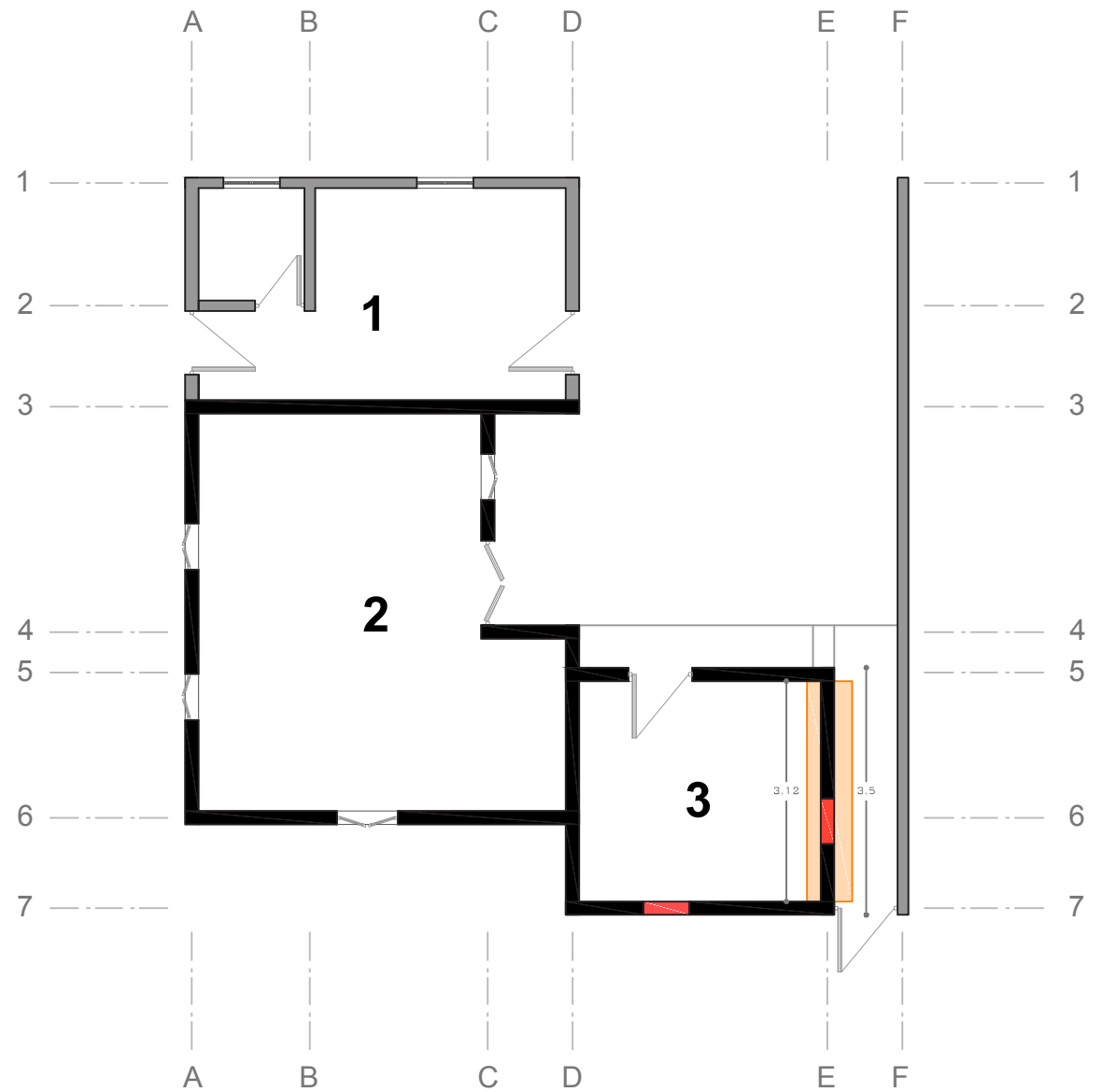


Bloques de Adobes Suelos
Fuente: Grupo de Tesis

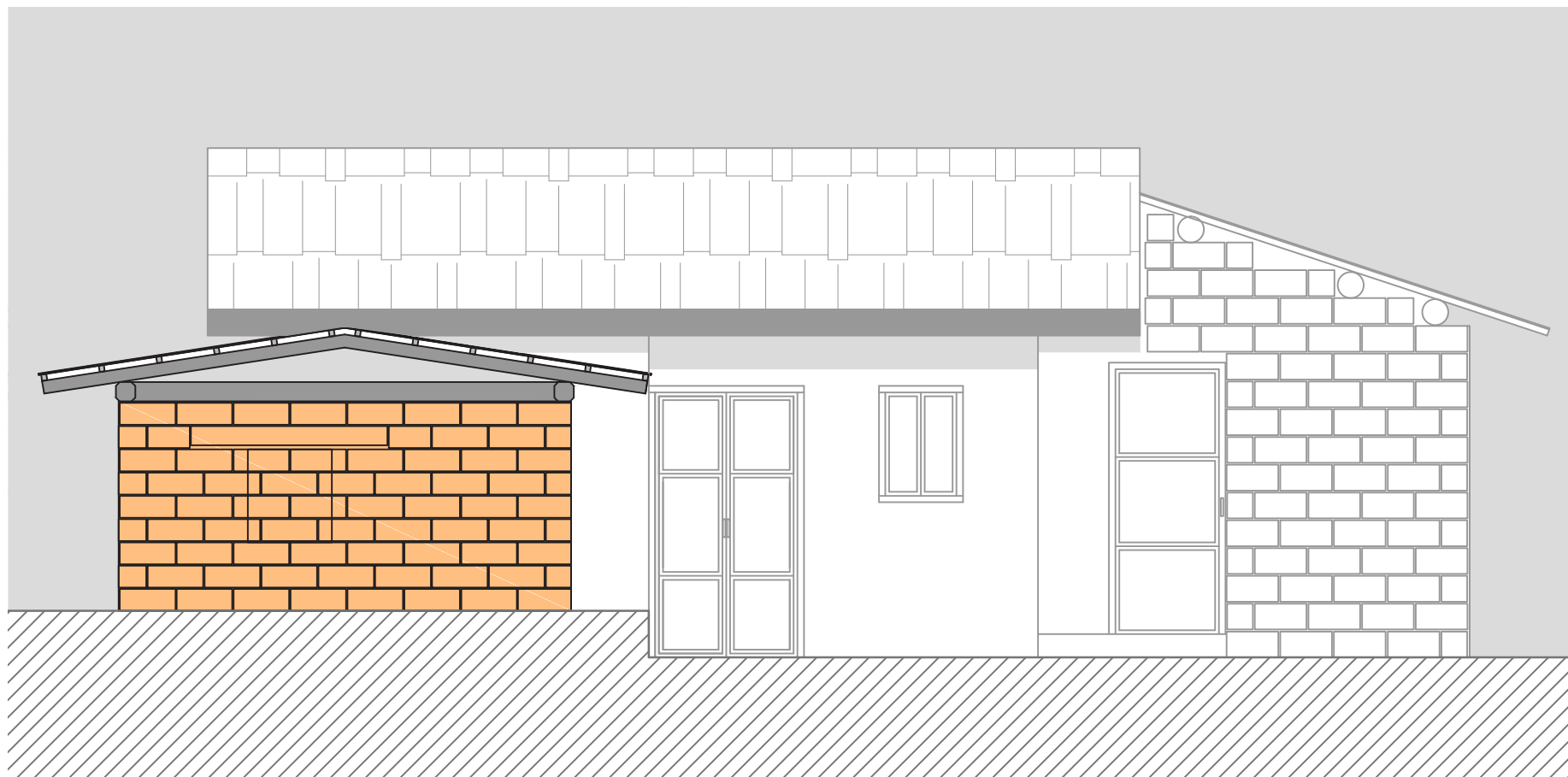


Desprendimiento de Juntas
Fuente: Grupo de Tesis

Para la aplicación del sistema constructivo, se intervino el muro lateral derecho de la crujía 3. La aplicación de la geomalla en este muro, se debe principalmente a que este tenía en su parte superior bloques de adobe sueltos, los cuales, a causa de la pérdida del material de la junta no se encontraban amarrados con el resto de la estructura. Esta condición favorecía a que la geomalla actúe como elemento de confinamiento, aportando estabilidad al muro como una sola unidad en caso de sismos. El muro compuesto por adobes de 17cm x 43cm x 19cm, con juntas que varían de 1 a 2 cm, se encontraba enlucido en su parte interior con mortero de cemento, colocado encima de malla nervomecánica. En su parte externa el adobe estaba a la vista.



Planta Baja
Escala 1:100



Elevación Lateral Derecha - Muro a Intervenir
Escala 1:50

Obras preliminares

Previo a la intervención del muro en sí, se procedió primeramente a preparar el revoque de barro que luego se utilizó para el tarrajeo de las paredes.



Preparación de la Tierra Para Revoque
Fuente: Grupo de Tesis

Obras preliminares

Previo a la intervención del muro en sí, se procedió primeramente a preparar el revoque de barro que luego se utilizó para el tarrajeo de las paredes.



Mezcla de Tierra Para Revoque
Fuente: Grupo de Tesis





Habitación en su estado original

Fuente: Grupo de Tesis



Desarmado del Cielo Raso

Fuente: Grupo de Tesis



Desarmado del Cielo Raso

Fuente: Grupo de Tesis



Desarmado del Cielo Raso

Fuente: Grupo de Tesis

Para facilitar la instalación de la geomalla se removi6 momentaneamente unas planchas de plywood colocadas como cielo raso al interior del cuarto. De igual manera se quit6 el enlucido de cemento, junto con la malla nervomet6lica, para dejar libre al muro de elementos extra6os.



Excavación de Zanja en Muro Externo
Fuente: Grupo de Tesis



Excavación de Zanja en Muro Interno
Fuente: Grupo de Tesis

En la base de los dos lados del muro, se excavó una zanja de aproximadamente 20cm para la colocación tanto de las prensas de madera, como de la geomalla.

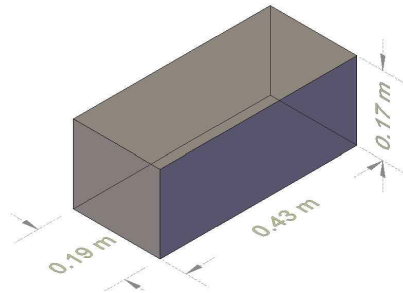
Al mismo tiempo con broca de 3/4" se taladraron en la juntas, agujeros para pasar rafias de cabuya de 50cm de largo.



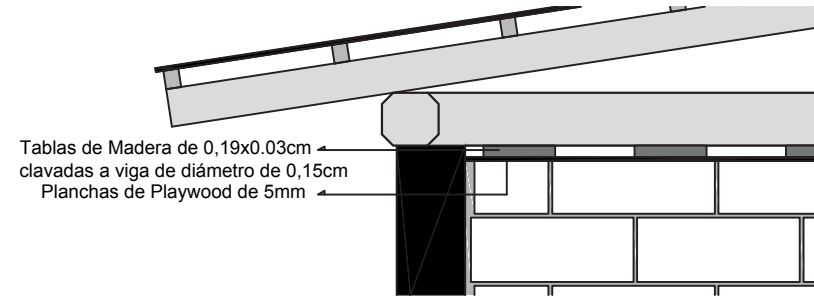
Corte de Geomalla
Fuente: Grupo de Tesis



Corte de Varillas
Fuente: Grupo de Tesis

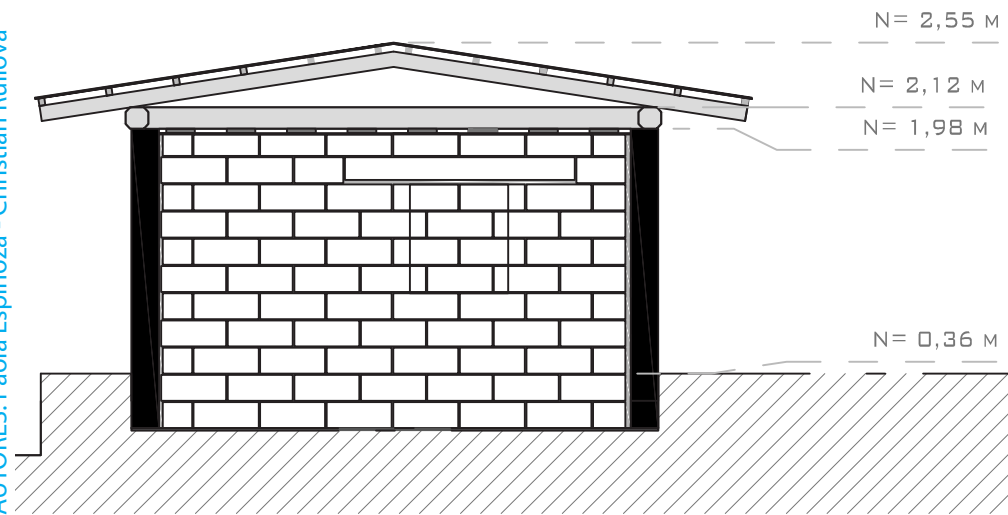


Bloque de Adobe Utilizado en la Vivienda

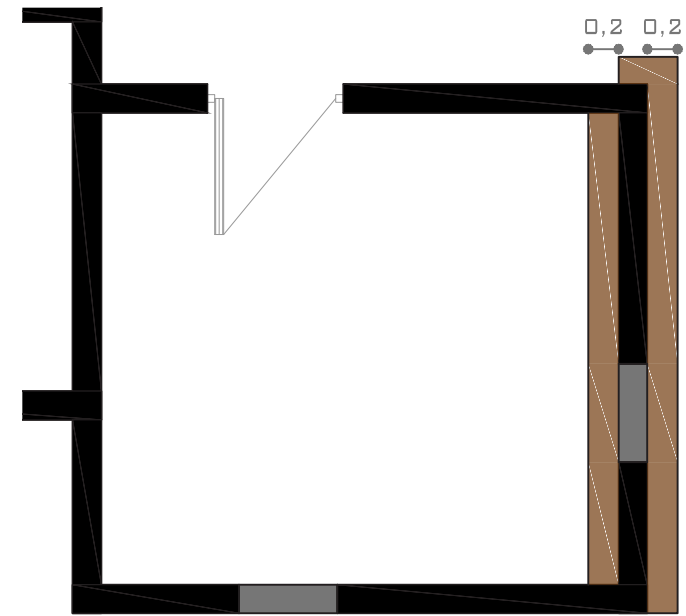


Detalle de Cielo Raso

AUTORES: Paola Espinoza - Christian Ruilova

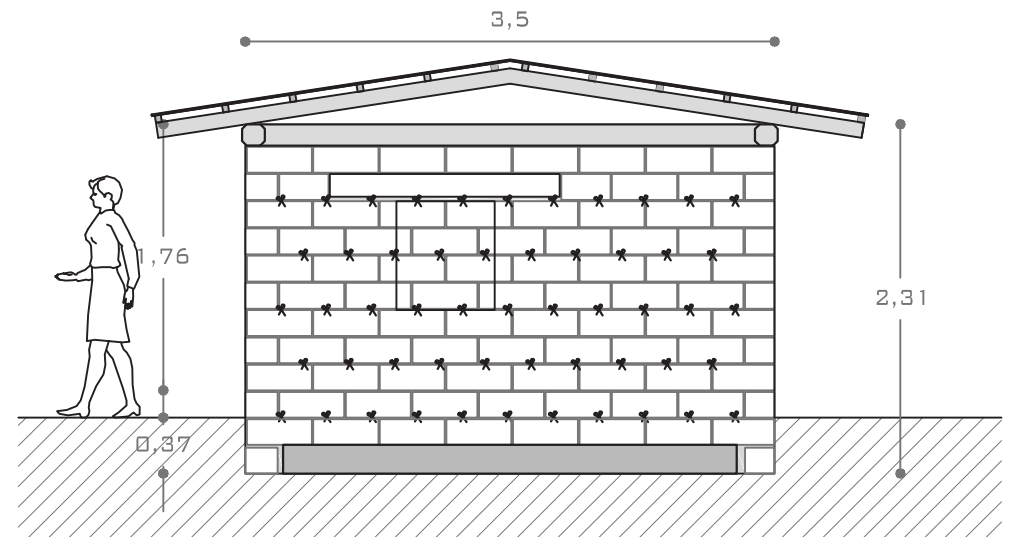


Elevación Muro Interior
Escala 1:50

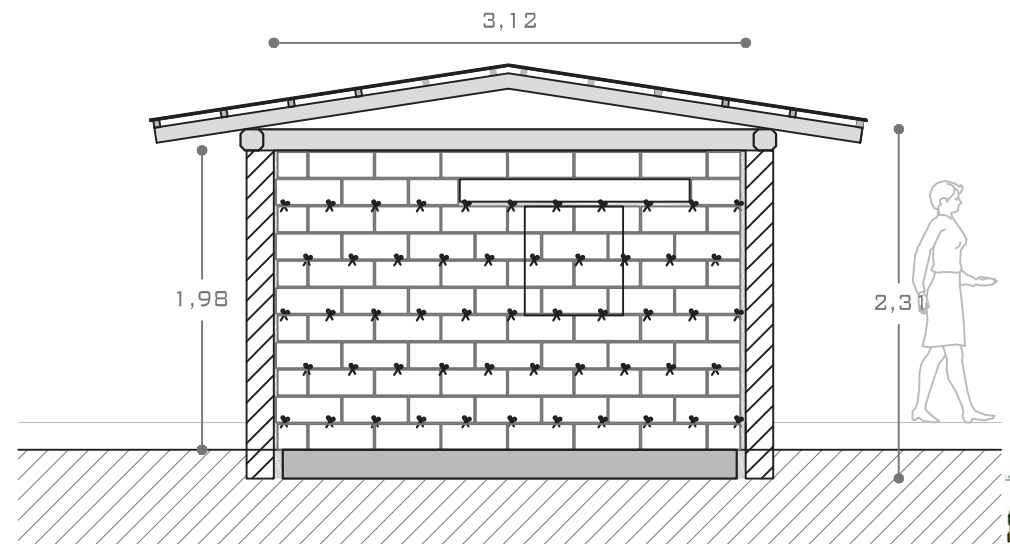


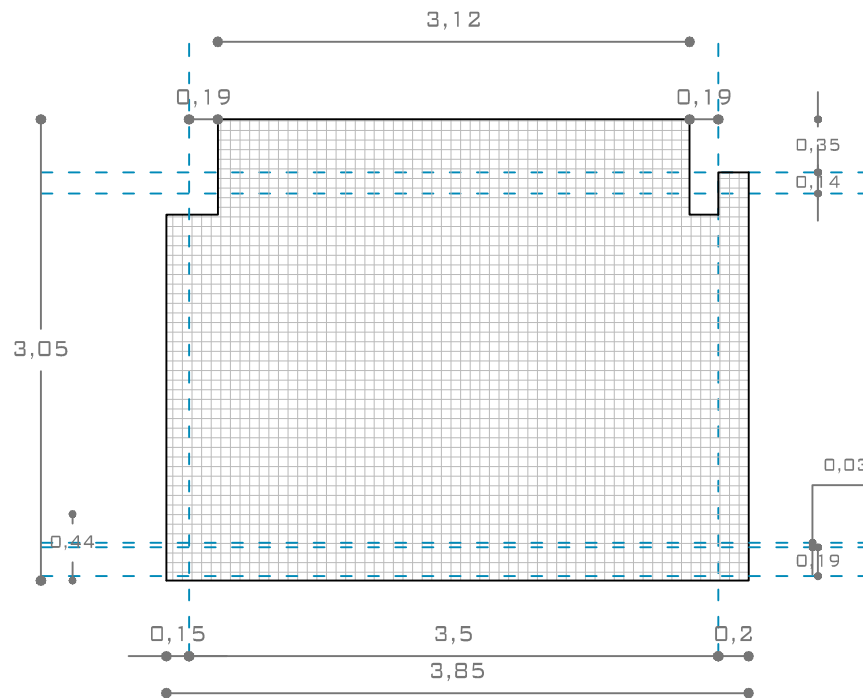
Planta Muro Interior (Zanja)
Escala 1:50

Distribución de Rafias de Cabuya en Muro Exterior
Escala 1:50

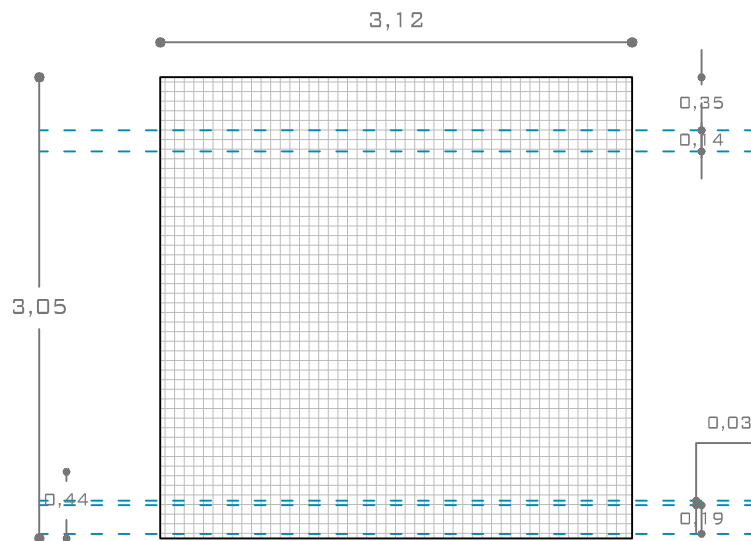


Distribución de Rafias de Cabuya en Muro Interior
Escala 1:50





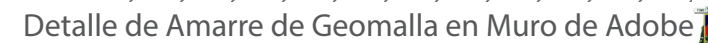
Corte de Geomalla para Muro Exterior
Escala 1:20



Corte de Geomalla para Muro Interior
Escala 1:20



Para colocar la geomalla, se cortaron dos secciones de distintas dimensiones dependiendo del lado del muro en el que iban. El largo de la sección fue en ambos casos de 3,05m, que es la dimensión estandar de la geomalla.





Perforación del Muro de Adobe
Fuente: Grupo de Tesis



Rafia pasada de lado y lado
Fuente: Grupo de Tesis



Muro Interior con Rafias
Fuente: Grupo de Tesis



Muro Exterior con Rafias
Fuente: Grupo de Tesis

Una vez cortada las dos secciones, se las coloca pegadas al muro, dejando los primeros 25cm libres. Encima se coloca una tabla de encofrado de eucalipto de 3m x 0,19m x 0,03m, que empernada a una igual, del otro lado del muro, servirán como prensa para sujetar la base de la geomalla. Las varillas utilizadas son de diámetro de 12mm y de 0,5m de longitud. De igual manera que las rafias se pasaron 0,15cm más de cada lado para poder colocar el perno.

La geomalla quedó traslapada 0,35m de cada lado.



Traslape de Geomalla
Fuente: Grupo de Tesis



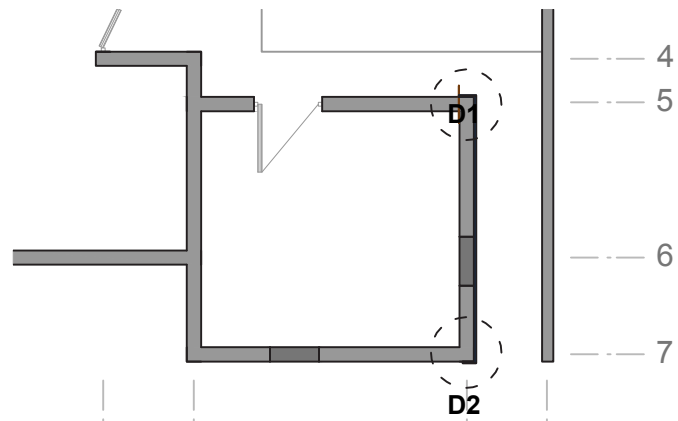
Sujección de Geomalla
Fuente: Grupo de Tesis



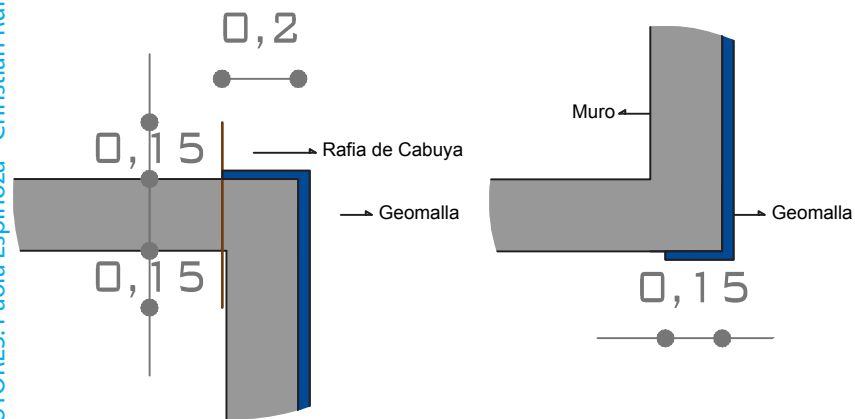
Colocación de Prensas de Madera
Fuente: Grupo de Tesis



Sujección de Geomalla a Tabla de Eucalipto mediante Varilla
Fuente: Grupo de Tesis



Planta Traslape Geomalla
Escala 1:20



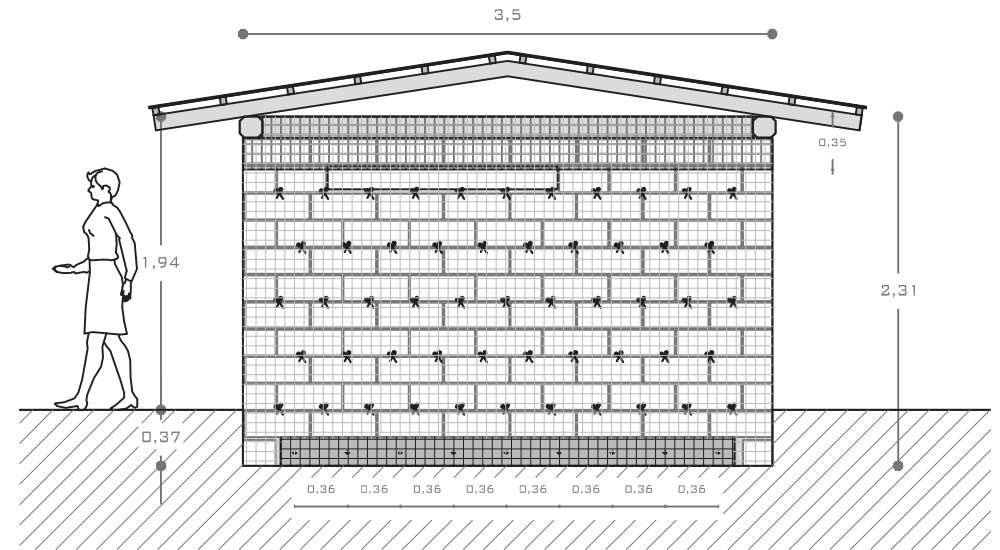
Detalle Traslape Geomalla
Escala 1:20

Las varillas roscadas se colocaron cada 0,36m.

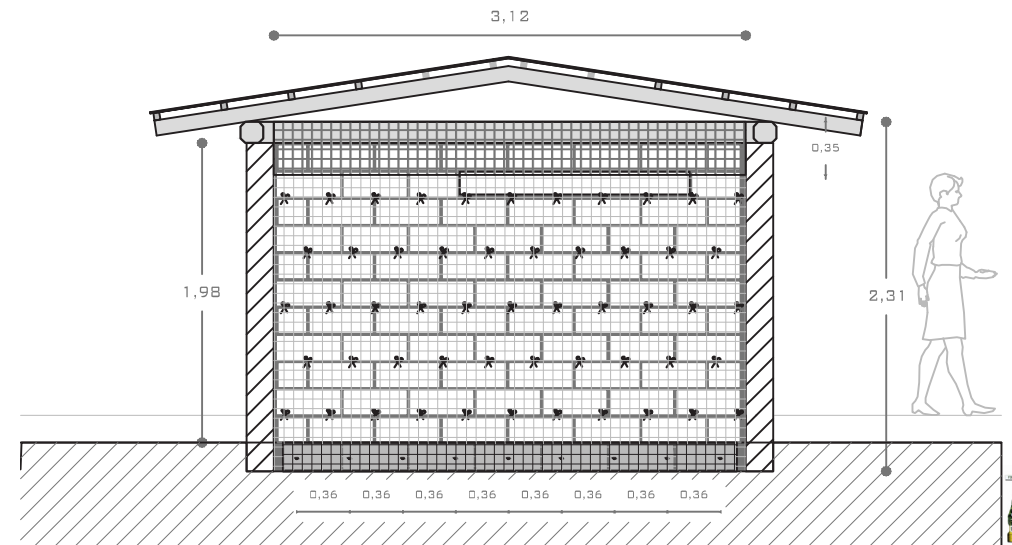
Para mayor sujección de la geomalla a la estructura (muro-viga-prensa de madera) se utilizaron grapas metálicas.

La geomalla además se traslapó lateralmente para confinar al muro en la totalida

Detalle de Geomalla en Muro Exterior
Escala 1:50



Detalle de Geomalla en Muro Interior
Escala 1:50





Sujección de la Geomalla a Viga con Grapas Metélicas

Fuente: Grupo de Tesis



Colocación de Grapas Metélicas

Fuente: Grupo de Tesis



Traslape Superior

Fuente: Grupo de Tesis



Sujección de Geomalla a Prensa de Madera

Fuente: Grupo de Tesis

Amarre de Geomalla a Muro mediante Rafias
Fuente: Grupo de Tesis





Remojo de Muro
Fuente: Grupo de Tesis



Paja para Revoque
Fuente: Grupo de Tesis



Revoque Muro Interior
Fuente: Grupo de Tesis



Colocación de Plywood
Fuente: Grupo de Tesis

Geomalla Amarrada a Muro Exterior
Fuente: Grupo de Tesis





Colocación de Paja
Fuente: Grupo de Tesis



Proceso Revoque
Fuente: Grupo de Tesis



Proceso Revoque
Fuente: Grupo de Tesis



Fundición de Zanja
Fuente: Grupo de Tesis



Revoque Terminado
Fuente: Grupo de Tesis

DATOS GENERALES SOBRE HERRAMIENTAS Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA APLICACIÓN

Herramientas	Cantidad
Pala	2
Carretilla	2
Machete	1
Codal	1
Liana	2
Taladro Broca 3/4"	1
Tijera	2
Amoladora	1
Combo	2
Cinzel	2

Materiales	Cantidad
Cabuya	27,5 m
Tabla de Encofrado	2 unidades
Varillas Enroscadas (1,20m)	4 unidades
Pernos	18 unidades
Tierra	20 sacos
Grapas	2 libras
Cemento Portland	1 saco
Ripio	1 saco
Arena	2 sacos
Clavos 3/4"	1 libra
Geomalla	21,26 m ²
Malla Nervometálica	1 unidad
Paja	4 sacos

Maestro Principal: 1

Ayudante: 1

Tiempo en Obra: 1 semana



04.3

Cartilla de construcción
y sugerencias de uso



CARTILLA CONSTRUCTIVA PARA EL USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE.

PRESENTACIÓN:

La presente cartilla constructiva tiene como objetivo convertirse en un documento técnico de apoyo para restauradores y constructores con o sin experiencia en sistema constructivo de adobe, enfocado a la restauración de muros existentes que por diversos motivos se encuentren en deterioro.

El uso de geomallas en nuestro medio es nuevo a pesar de que en países vecinos como Perú y Chile, tienen un adelanto significativo, da tal punto de tener normativa específica para el uso de este sistema constructivo. NORMA DE EDIFICACIÓN E0.80 DE ADOBE, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ. (Diciembre de 1999); dicha norma respalda la aplicación de gomallas para la restauración y refuerzo de muros de adobe, aplicada a la región del austro ecuatoriano.

Este texto reúne, los nociones básicas para la aplicación en situ del sistema constructivo, iniciando por una breve descripción de los materiales que intervienen en la misma, los principios básicos del uso de geomalla en la restauración de muros corridos, muros con vanos de puertas y ventanas, encuentro de muros esquineros en "L" y perpendiculares en "T" y finalmente la aplicación del sistema en casos puntuales de restauración, mismos que han sido resultado de experiencias previas en la aplicación y la recopilación de un atlas de daños, previo a la elaboración de la presente cartilla constructiva.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

NOCIONES BÁSICAS PARA EL USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE.

OBRAS PREMILINARES A LA APLICACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Se recomienda realizar las siguientes obras previo a la aplicación del sistema de geomallas y elementos de madera:

- Determinar los daños existentes en los muros y catalogarlos por gravedad
- Retirar el revoque existienteya sea este mortero de barro o de cemento
- Preparar los materiales a utilizarse como barro para revoque, paja, corte de geomalla a medidaya que cada material necesita una preparación particular misma que requiere anticipación.

ALGUNOS ASPECTOS A CONSIDERARSE:

- La Geomalla debe cortarse a la medida en el sitio de aplicación, de esta manera se obtiene mejores resultados en uniones y traslapes; dbe recordarse también que dichos traslapes son de mínimo 50cm y se deben amarrar con rafias de nylon o cabuya.
- El revoque final o tarrajeo tiene un espesor mínimo d 5cm. No se ha incluido en grosor de estos en los detalles siguientes por motivos didácticos, pero al final de éstos tópicos se hará una breve sinopsis de como debe fabricarse y aplicarse.
- previa a la colocación de rafias y pasadores, s perfora el muro con taladro cada 30cm horizontalmente y cada 2 hiladas verticalmente.

RESEÑA BÁSICA DE REVOQUES DE BARRO PARA MUROS DE ADOBE

El mortero es la mezcla que ayuda a unir los adobes. Para su preparación, se duerme el barro, es decir se lo deja reposar en agua un mínimo de 24 horas según la norma N.T.E. E0.80 de adobe de la RNE PERÚ y luego será mezclado con paja cortada a 5cm en una proporción de 10 a 1. Debe recordarse que la resistencia de los muros depende de la calidad del mortero, más que la del adobe. No debe rajarse y por eso debe tener más paja. El espesor del mortero debe ser se 1cm de grueso, más la normativa recomienda 2cm.

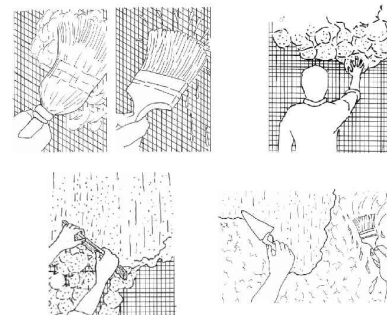
Para el tarrajeo de los muros es recomendable hacerlo en 2 capas: la primera de aproximadamente 2,5cm y la segunda de 0,5 cm para desaparecer fisuras en la capa anterior. Se utiliza la misma mezcla del mortero para la primera capa y para la capa más delgada se usa paja de solo 1,5cm. Cuando el tarrajeo se raja debilita su resistencia a la lluvia. Para ello debe limpiarse el polvo y humedecer el muro para garantizar la adherencia del material.

La correcta colocación del barro sobre las mallas es la siguiente:

PASO 1. Colocar las bolas de barro sobre la pared, apretándolas con las manos o lanzándolas con fuerza sobre este, de esta manera se produce una mejor adherencia.

PASO 2. Emparejar la superficie con ayuda de las maestras y un codal de madera humedecido y dejar secar

PASO3. Aplicar una segunda mano de agua y aplicar con una llana de madera la segunda capa de barro con un espesor delgado y dejar secar. La segunda capa cubre totalmente las rajaduras de la primera y permite obtener un mejor acabado.



DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE

ASENTAMIENTOS Y/O DEFORMACIONES

¿QUÉ ES?

El Asentamiento es un descenso en el nivel horizontal de la estructura generado principalmente por la pérdida de la capacidad de resistencia del terreno bajo las fundaciones. Es la alteración de la forma física y las dimensiones de una zona de la edificación que conlleva a una modificación de sus propiedades constructivas. La Deformación es una reacción física del material frente a cargas distintas a las originales producida generalmente por el Asentamiento y ubicada en el eje vertical.

¿POR QUÉ SUCEDE?

Porque los suelos bajo la edificación comienzan a compactarse (asentarse) con el peso de la propia edificación, generando deformaciones en sus fundaciones y en zonas inferiores de los muros. Estas se van trasapando a las estructuras superiores pudiendo llegar a romperlas.

Los Asentamientos y Deformaciones ocurren principalmente por cuatro causas:

- Porque la edificación se encuentra mal emplazada habiéndose construido sobre suelos blandos.
- Porque existe presencia de humedad en la zona afectada, lo que debilita progresivamente la calidad estructural y propiedades constructivas de la tierra cruda haciendo ceder o desmoronarse el material.
- Porque el material constituyente ya sea por falta de mantenimiento, uso intensivo o paso del tiempo se degrada y pierde sus propiedades iniciales mostrando alteraciones.
- Por cambios en las propiedades del suelo sobre el cual se ha edificado debido a una licuefacción del subsuelo.

¿CUÁNDO SUCEDE?

Después de solicitaciones mecánicas intensas (sismos), de largos períodos sin mantenimiento, o de temporadas muy lluviosas (desborde de ríos), etc.

¿DÓNDE SE ENCUENTRA?

El Asentamiento se origina en la parte inferior de la edificación fundaciones y parte inferior de los muros ya que es en estos lugares donde se concentran las cargas de la edificación y donde se presenta mayor exposición a la humedad. La Deformación puede estar presente en cualquier parte de la edificación.

¿CÓMO SE IDENTIFICA?

Por una evidente deformación geométrica de la parte afectada. Suelen verse grietas acompañando los asentamientos y las deformaciones.

¿CUÁN GRAVE ES?

Cuando corresponde a Deformaciones propias del uso, este daño suele ser Leve, pero puede llegar a ser Grave si es causado por la humedad o por malas condiciones de emplazamiento. Por otra parte, los Asentamientos tienden a ser Graves, pues afectan directamente la estructura de fundaciones y con ello a todo el edificio. Además, es compleja la aplicación de soluciones.

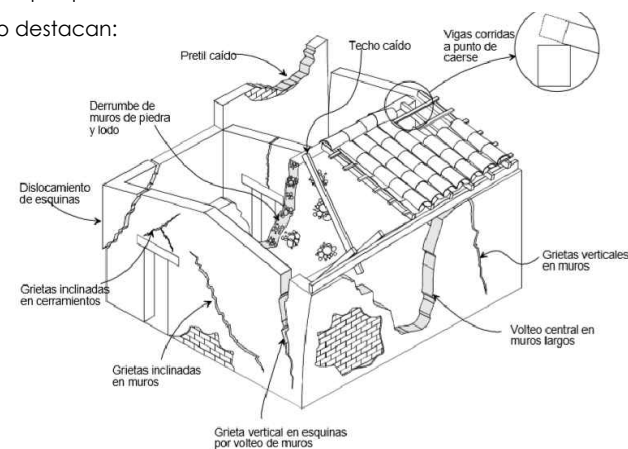
NOCIONES BÁSICAS PARA EL USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE.

DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE

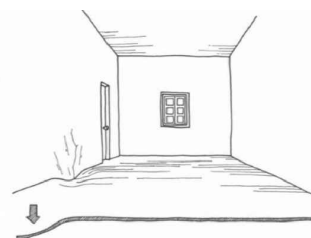
La vivienda de adobe, aunque con propiedades de aislamiento térmico y acústico excelentes, ha demostrado un pobre comportamiento cuando se somete a acciones sísmicas. Una característica del material es su baja resistencia a tensión, lo que se traduce en agrietamientos por tensión diagonal, por corte o verticales que pueden conducir al colapso parcial o total de la estructura.

Entre los principales tipos de daño observado destacan:

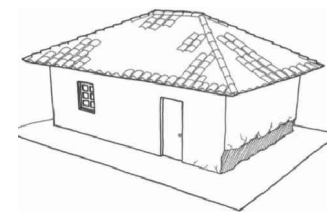
- 1) Asentamientos y/o deformaciones.
- 2) Fisuras y grietas.
- 3) Desaplome y desniveles.
- 4) Pérdida de material, desmoronamiento o colapso.



DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE: ASENTAMIENTOS Y/O DEFORMACIONES



ASENTAMIENTO DE CIMIENTO Y/O SOBRECIMIENTO



DEFORMACIÓN DE LA PARTE INFERIOR DE MURO

PARTICULARIDAD: En estructuras de técnica mixta Tierra-Madera se degradan las maderas de pies derechos y de la solera inferior.

OBSERVACIONES: Un cambio en la fisonomía de la base del muro con respecto a su apariencia original puede acusar la presencia de HUMEDAD EN LA PARTE INFERIOR DE MURO. En este caso, la deformación de un muro es causada por contacto directo con humedad. Si existe deformación de fundaciones y piso, se vincula a ASENTAMIENTO DE CIMIENTO Y/O SOBRECIMIENTO.

DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE

FISURAS O GRIETAS

¿QUÉ ES?

Corresponden a aberturas alargadas que se producen en un cuerpo sólido dividiéndolo. Una fisura corresponde a un corte pequeño, de carácter superficial. La grieta es una rajadura más profunda, de mayor dimensión y que generalmente afecta todo el espesor del material dañado.

¿POR QUÉ SUCEDE?

Las causas son variadas. Pueden provocarse por asentamiento del suelo, humedad, estructuras deficientes, sobrecargas, o algún movimiento dispar de los elementos que componen la edificación, que haga superar el límite de resistencia del material.

¿CUÁNDO SUCEDE?

Normalmente cuando existe sobrecarga o debilitamiento de la parte afectada generados por un diseño estructural deficiente, o por agentes externos que modifican el comportamiento estructural de la edificación, como sismos, vibraciones, vientos, acciones mecánicas en general, efectos de dilatación y contracción por temperatura.

¿DÓNDE SE ENCUENTRA?

Las grietas aparecen principalmente en muros y tabiques, aunque también pueden encontrarse en cualquier otra pieza de la edificación.

¿CÓMO SE IDENTIFICA?

Se aprecian líneas irregulares y continuas de diversa extensión, ancho y profundidad que rompen la homogeneidad del estuco o acabado del elemento afectado. Generalmente se originan desde los bordes o perímetro, extendiéndose en forma horizontal, vertical o inclinada.

¿CUÁN GRAVE ES?

Este tipo de daños posee distintos niveles de gravedad dependiendo de la zona en donde aparecen, de la dirección que poseen y de su profundidad. Las fisuras tienen grado Leve o Moderado, sin embargo, es importante sellarlas ya que aumenta la exposición de la zona afectada a los efectos climáticos, causando erosión y favoreciendo el anidamiento de insectos y animales. Por otra parte, las grietas tienen grados que van desde Moderado a Grave según su ubicación, magnitud, forma y profundidad, y requieren de mayor atención y cuidado en su reparación. La falta de homogeneidad en el estuco afecta la adherencia de los distintos elementos que componen la estructura (bloques de adobe, unión tierra-madera, mortero de pega, etc.

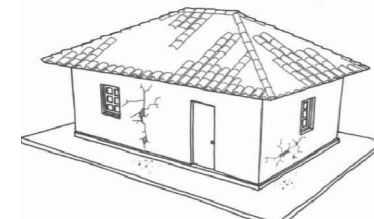
DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE: FISURAS Y GRIETAS



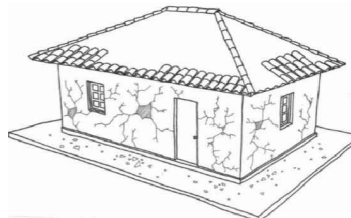
FISURA O GRIETA HORIZONTAL EN LA PARTE INFERIOR DE MURO



FISURA O GRIETA HORIZONTAL EN LA PARTE INFERIOR DE VENTANA



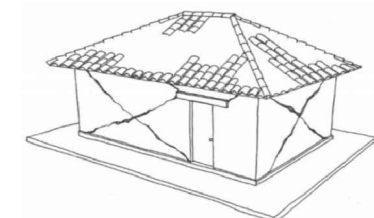
FISURA O GRIETA EN REVOQUE O ESTUCO



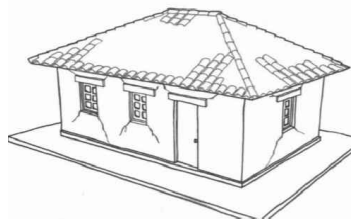
AGRIETAMIENTO MASIVO DE REVOQUE O ESTUCO



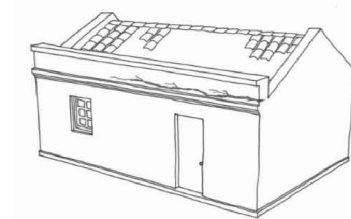
FISURA O GRIETA VERTICAL EN ESQUINA DE MUROS



GRIETAS ORIGINADAS EN LAS ESQUINAS DE MUROS O EN FORMA DE "X"



FISURA O GRIETA A PARTIR DEL VANO DE PUERTA Y/O VENTANA



FISURA O GRIETA HORIZONTAL EN LA BASE DEL ANTEPECHO O CORNISA



GRIETAS EN EL TÍMPANO

PARTICULARIDAD: Una grieta que se extiende de extremo a extremo es muy peligrosa, pues es indicio de que la parte superior del muro se ha separado de su base. Cuando esto ocurre, normalmente es acompañada de grietas verticales en los extremos del muro.

La profundidad de la grieta es un indicador del nivel de daño.

OBSERVACIONES: La presentación de este daño junto a una DEFORMACIÓN DE LA PARTE INFERIOR DEL MURO, podría estar acusando problemas de HUMEDAD.

Es importante sellar las fisuras y grietas ya que aumenta la exposición de la zona afectada a los efectos climáticos, causando erosión y favoreciendo el anidamiento de insectos y animales.

DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE

DESAPLOMES O DESNIVELES

¿QUÉ ES?

Corresponde a una inclinación o pérdida de plomo de un paramento vertical respecto de su situación original. En general existe una alteración de la forma o geometría original de uno o más elementos de la construcción.

¿POR QUÉ SUCEDÉ?

Por efecto de solicitaciones mecánicas horizontales que deforman el paramento afectado, sin que recupere su posición original. Además, el peso del propio paramento vertical, más el peso de la techumbre actuando sobre la zona deformada genera también una fuerza que mantiene la deformación geométrica.

¿CUÁNDO SUCEDÉ?

Cuando el paramento vertical cede ante la fuerza aplicada sobre él ya sea por solicitaciones mecánicas o solicitaciones puntuales prolongadas en el tiempo.

¿DÓNDE SE ENCUENTRA?

Principalmente en los elementos verticales portantes de una estructura, vale decir, muros estructurales, pilares, columnatas, etc.

¿CÓMO SE IDENTIFICA?

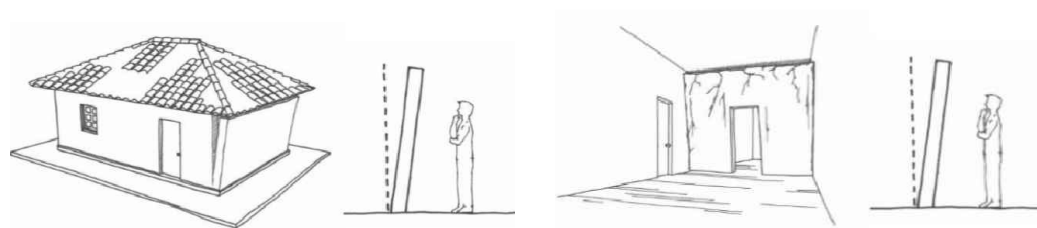
Visualmente es posible detectar una deformación geométrica en el plano del paramento vertical (abatimiento). Mediante instrumentos de medición se detectan desplomes leves y al mismo tiempo se pueden determinar porcentajes de abatimiento.

¿CUÁN GRAVE ES?

Este tipo de daño es Severo o Grave, pues afecta la estabilidad de toda la edificación y es causa de desmoronamiento o derrumbe de la parte afectada, o del colapso total de la estructura.

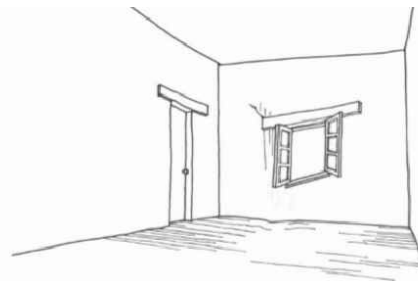
Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE: DESAPLOMES O DESNIVELES

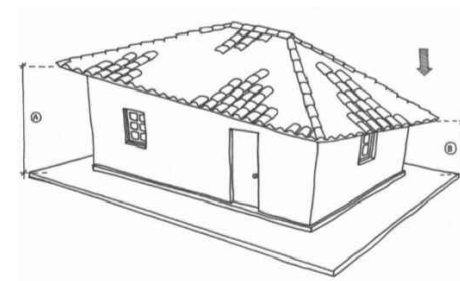


DESAPLOME DE MURO

DESAPLOME DE TABIQUE



DESNIVEL DEL DINTEL DE PUERTA Y/O VENTANA



DESNIVEL DE ESTRUCTURA DE TECHUMBRE

PARTICULARIDAD: Un desplome puede agudizarse por problemas constructivos, como la ausencia de una estructura de amarre horizontal o una mala vinculación entre las partes.

OBSERVACIONES: El desplome de un muro puede causar una desvinculación entre las partes afectadas, por lo que es importante revisar su estado. Se recomienda, además, revisar el estado de los cimientos y sobrecimientos.

Este daño puede ser el síntoma que acusa deformaciones de otras piezas de la edificación (muro, pilar, cimiento, etc.), por lo que es importante definir un elemento nivelado horizontalmente que sirva para evaluar la situación.

DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE

PÉRDIDA DE MATERIAL, DESMORONAMIENTO O COLAPSO

¿QUÉ ES?

Corresponde a la degradación y posterior pérdida del material constituyente de un elemento que conforma parte de la edificación. Se produce a partir de un quiebre o debilitamiento puntual o generalizado en una estructura, capaz de ocasionar desprendimiento o desplome parcial o total.

¿POR QUÉ SUCDE?

Porque no ha existido un adecuado diseño; no se ha realizado mantenimiento de la zona afectada; o bien se han realizado alteraciones inapropiadas del sistema estructural, como agregar o quitar vanos o incorporar cargas inadecuadas en muros. También se puede producir por exposición a condiciones climáticas adversas o solicitaciones mecánicas muy intensas sobre el elemento, como un sismo.

¿CUÁNDO SUCDE?

Cuando el paso del tiempo, descuidos de mantenimiento o alteraciones en el diseño estructural dejan expuesta a este tipo de daños toda, o una parte de la edificación ante solicitaciones mecánicas de distinta intensidad, incluso sismos leves.

¿DÓNDE SE ENCUENTRA?

En las zonas que componen la estructura, ya sea tierra cruda o madera de muros o techumbre.

¿CÓMO SE IDENTIFICA?

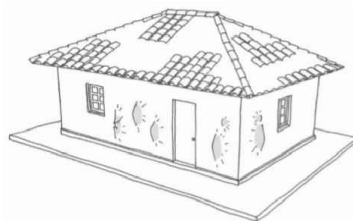
Por una evidente falta de material en la zona afectada.

¿CUÁN GRAVE ES?

Su gravedad puede ser Leve o Moderada si se encuentra en pisos o revoques, pero puede ser Grave en pilares, tabiques, muros y techumbre, puesto que los desprendimientos y derrumbes comprometen la estabilidad de la edificación en general y la vida de las personas que habitan en ella o que transitan a su lado.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

DAÑOS COMUNES EN MUROS DE VIVIENDAS DE ADOBE: PÉRDIDA DE MATERIAL, DESMORONAMIENTO O COLAPSO



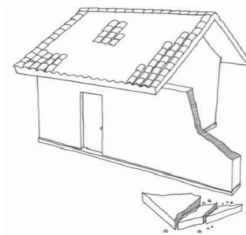
SOPLADURA DE REVOQUE



DESPRENDIMIENTO O EROSIÓN DE REVOQUE



DESMORONAMIENTO PUNTUAL EN MURO



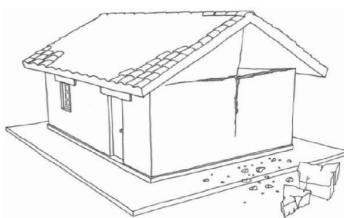
DESMORONAMIENTO DEL EXTREMO SUPERIOR DE MURO LIBRE



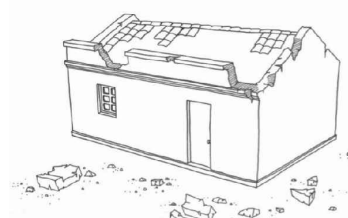
DESMORONAMIENTO DE ESQUINA



DESMORONAMIENTO DE MURO



DESMORONAMIENTO DEL TÍMPANO



DESPRENDIMIENTO DE CORNISA O CORTAFUEGO



COLAPSO PARCIAL O TOTAL DE TECHUMBRE

PARTICULARIDAD: El revoque es un elemento importante en la edificación ya que protege la estructura del medio ambiente. Este puede verse afectado ante solicitaciones mecánicas lo que no constituye un daño de gravedad, sin embargo es importante mantenerlo en buenas condiciones.

OBSERVACIONES: Este daño facilita la acumulación de humedad en el interior del cuerpo del muro, y con ella una serie de problemas asociados tales como HUMEDAD y AGENTES BIÓTICOS, entre otros.

El derrumbe de una esquina puede ocasionar inestabilidad en el techo

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: GENERALIDADES Y MATERIALES.

La geomalla cosida en muros de adobe, si bien es una técnica nueva en el país, a lo largo de Sudamérica se ha venido fortaleciendo como un sistema constructivo, tanto en edificación nueva como en casos de restauración.

Se puede resumir al sistema constructivo como tal a aquel que confina al muro mediante el uso de geomalla un polímero de alta resistencia que envuelve al elemento, unido por rafas de nylon y elementos de madera que permiten la completa sujeción al muro mediante pasadores metálicos, convirtiéndolo en un elemento sólido y a la vez flexible al momento de ser puesto a prueba por agentes naturales como movimientos sísmicos.

Entre los beneficios del uso de geomallas y elementos de madera en la restauración de muros de adobe, tenemos:

- Fácil aplicación
- No requiere mano de obra ni herramienta especializada
- Es una alternativa rápida y no invasiva
- Mejora la resistencia del muro
- Se adapta a los múltiples daños previamente mencionados
- Aporta con beneficios como la mejor adherencia del mortero

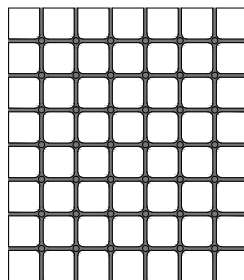
A continuación se menciona brevemente a modo de reseña los materiales que intervienen en el sistema de geomallas y elementos de madera y el principio básico de su uso en el confinamientos de muros.

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: GENERALIDADES Y MATERIALES.

GEOMALLA:

Para la aplicación del sistema constructivo de restauración y refuerzo con geomalla, deb cumplir con requerimientos básicos como ser de polímero POLIPROPILENO, químicamente inerte, producida mediante extrusión, además debe tenerse en consideración los siguientes aspectos.

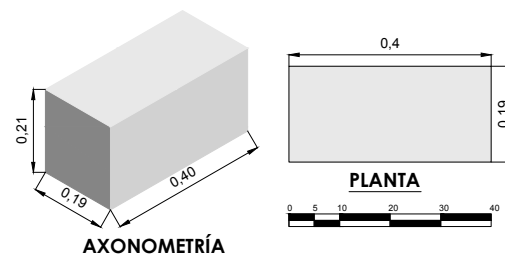
- La geomalla se podrá usar como refuerzo de las edificaciones de adobe, colocándola en ambas caras de los muros portantes y no portantes, sujeta horizontalmente y verticalmente con pasadores llamados rafas de nylon o similares, a máximo de una separación de 30cm(300mm).
- Deberá abarcar los bordes de los vanos (puertas y ventanas) y estará convenientemente anclada a la cimentación y a la viga collar.
- Tiene que estar confinada en un tarrajeo o revestimiento de barro y paja de al menos 5cm de espesor.
- La geomalla a utilizarse debe ser reticular cuadrada con abertura máxima de 50mm y con nudos integrados.
- Capacidad mínima de tracción 3,5 KN/m (350kg/f), en ambas direcciones, para una elongación de 2%.
- Flexibilidad y durabilidad para su uso como refuerzo embutido en estructura de tierra.



GEOMALLA BIAIXIAL DE POLIPROPILENO EXTRUIDO

ADOBES:

- Las piezas de adobe utilizadas en la construcción de viviendas de adobe en la región, varían en sus medidas por diversos motivos, para fines metodológicos, tomaremos aquellos de venta común como los fabricados en el poblado de Racar al noreste de la ciudad de Cuenca. Las mismas tienen las medidas popularizadas en la construcción de edificaciones en la ciudad y en el sector rural (40x21x19cm), dichas medidas serán constantes en el diseño de detalles constructivos y soluciones puntuales para la aplicación del sistema constructivo.



AXONOMETRÍA

BLOQUES DE ADOBE

RAFIAS DE NYLON:

Las rafas o pasadores son conectores que atraviesan el muro a través de perforaciones realizadas con taladro y una broca. Estos pueden ser de nylon o fibras naturales como la cabuya.

Debe tenerse en consideración:

- La separación de la rafas horizontalmente es de 30cm.
- La separación vertical óptima es de 2 hiladas.
- La longitud de la rafa tiene en promedio 70cm, para referencia debe sobrepasar 15cm de cada lado, para el tejido de la malla y sus traslapes.
- En aberturas de puerta y ventanas se debe colocar en la hilada inmediata de la parte baja o alta. O en su defecto a 10cm de distancia.

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: GENERALIDADES Y MATERIALES.

ELEMENTOS DE MADERA:

Para la fabricación de los elementos de madera a incluirse en el sistema constructivo se recomienda el uso de madera aserrada, como eucalipto debido a los aceites propios que la protegen de factores ambientales como la humedad.

Llamamos elementos de madera a:

- Dinteles
- Llaves de refuerzo en esquina
- Vigas collar
- Tablas de acople en la base del muro
- Refuerzos exteriores en esquinas
- Tacos de refuerzo para ventanas y puertas
- Marcos para ventanas y puertas

Para mas información revisar pág. nro.27

VENTAJAS DEL SISTEMA DE GEOMALLAS:

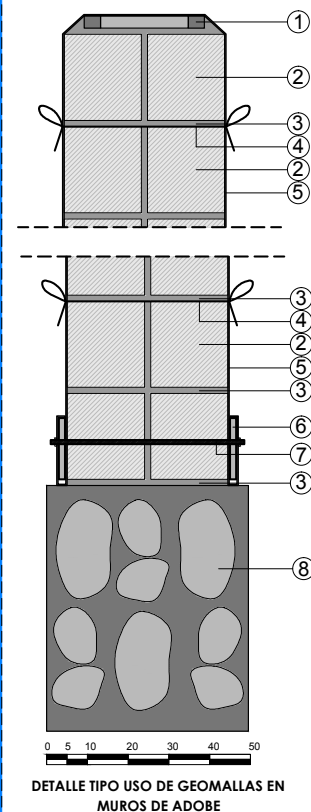
- Mejora la resistencia del muro.
- Es un sistema constructivo no invasivo ya que envuelve al muro.
- Es de fácil aplicación.
- No requiere mano de obra especializada.
- Mejora la adherencia del revoque.
- Soluciona daños de fisuras y grietas.
- Puede aplicarse total o parcialmente.
- Convierte al muro en sismorresistente.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

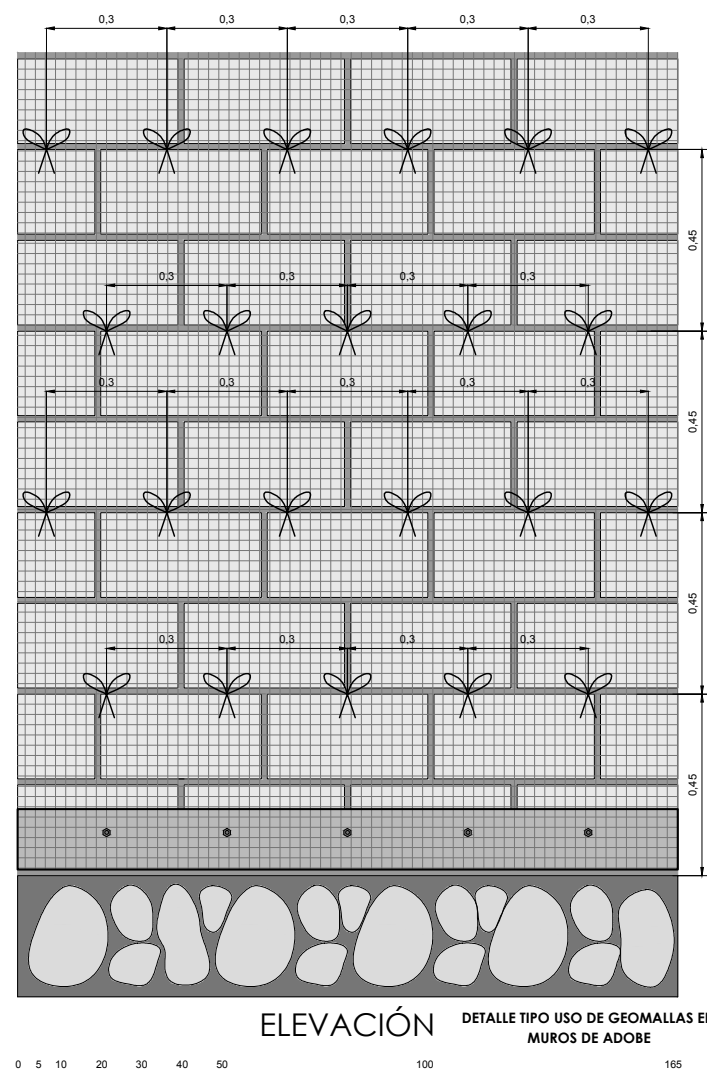
USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: GENERALIDADES Y MATERIALES.

LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAIXIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

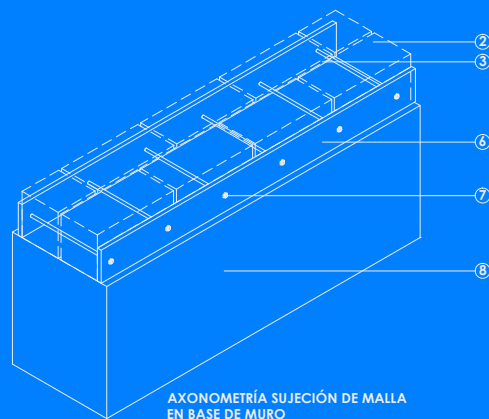


DETALLE TIPO USO DE GEOMALLAS EN MUROS DE ADOBE



ELEVACIÓN DETALLE TIPO USO DE GEOMALLAS EN MUROS DE ADOBE

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN



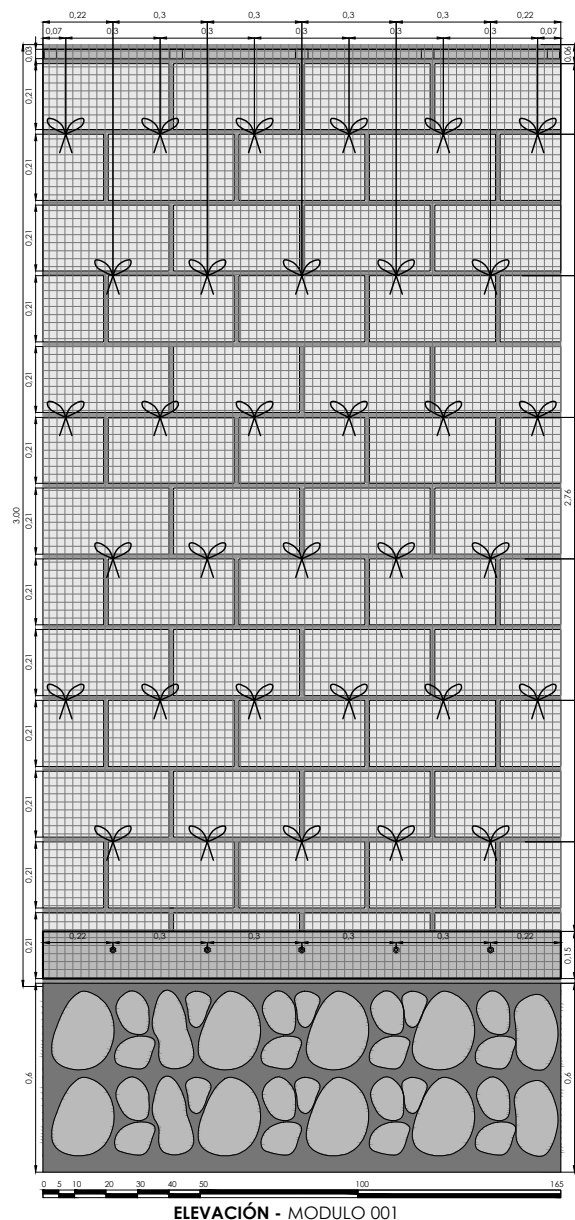
AXONOMETRÍA SUJECIÓN DE MALLA EN BASE DE MURO

MÓDULO 001: MURO CORRIDO

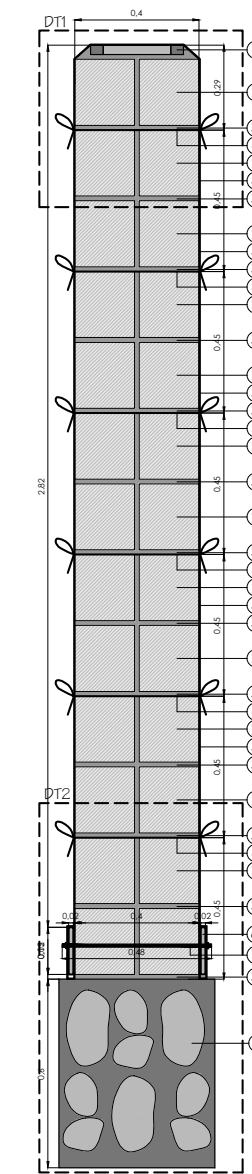
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE ECUALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

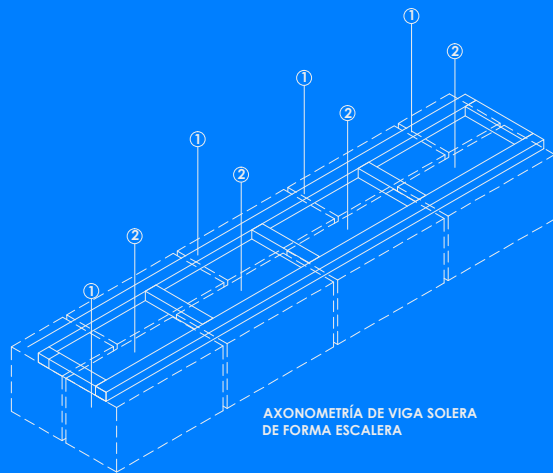


ELEVACIÓN - MÓDULO 001



CORTE A-A - MÓDULO 001

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN

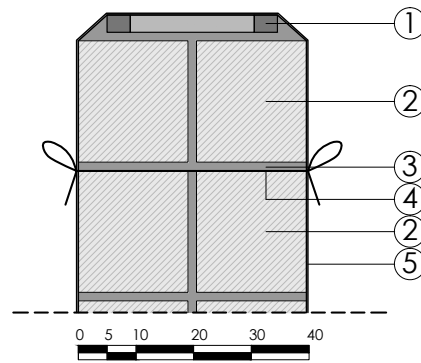


MÓDULO 001: MURO CORRIDO

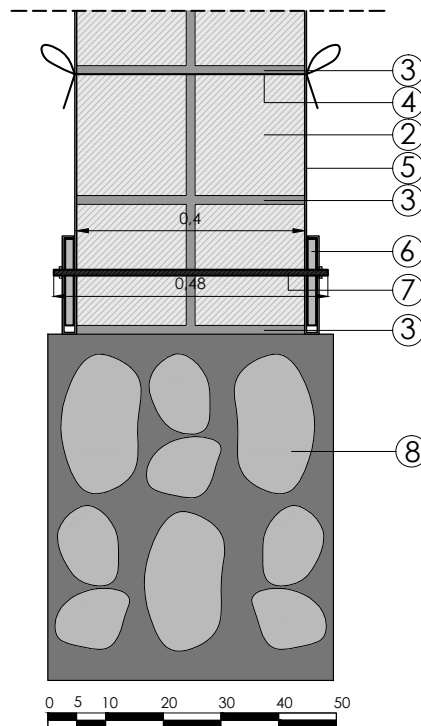
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAIXIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 40-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

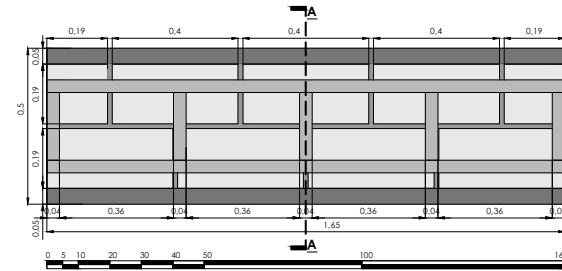
Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



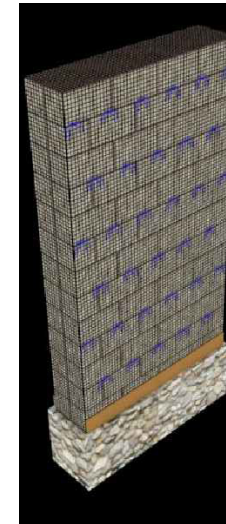
DETALLE 1 - MODULO 001



DETALLE 2 - MODULO 001

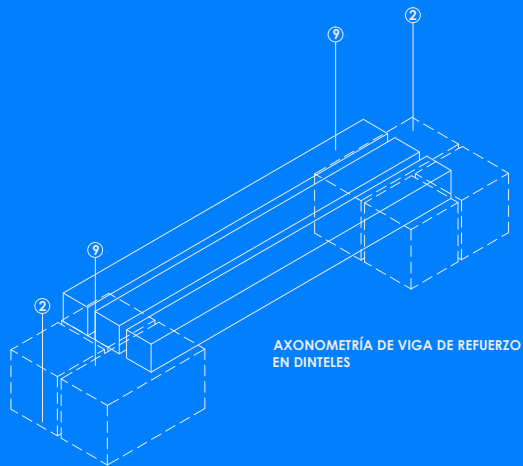


PLANTA - MODULO 001



AXONOMETRÍAS - MODULO 001

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN



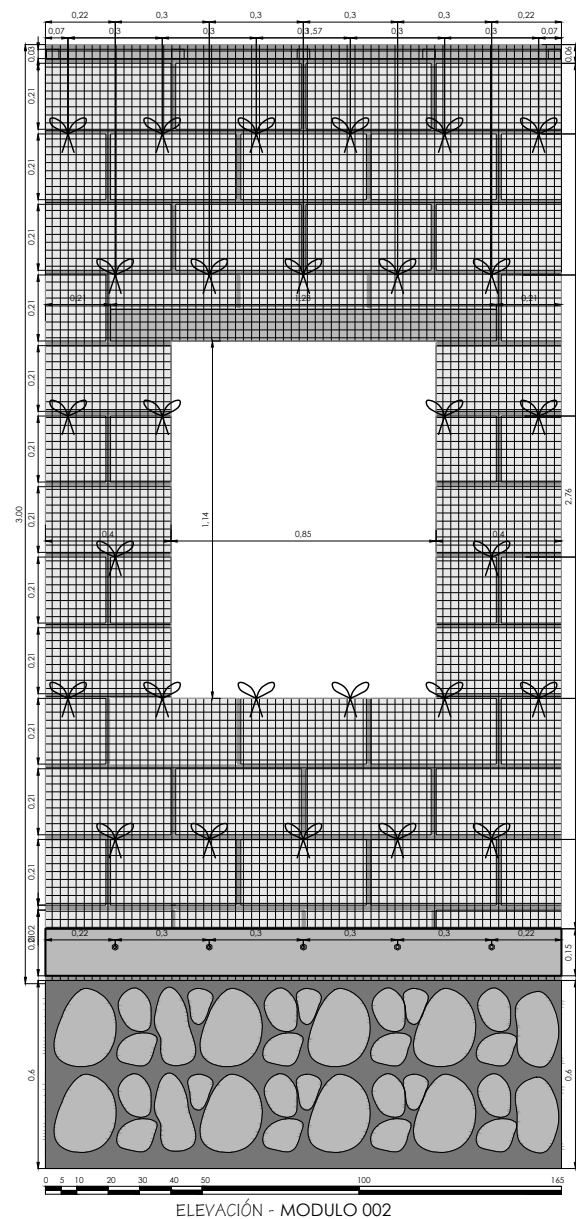
AXONOMETRÍA DE VIGA DE REFUERZO EN DIENTES

MÓDULO 002: MURO CON VANO DE VENTANA

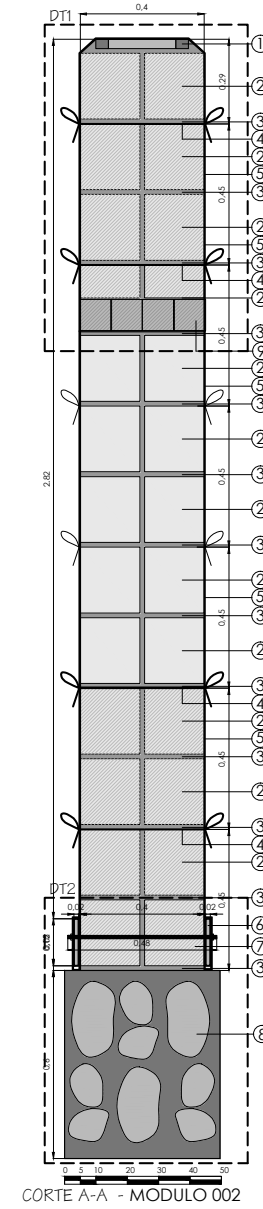
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1.5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CEMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

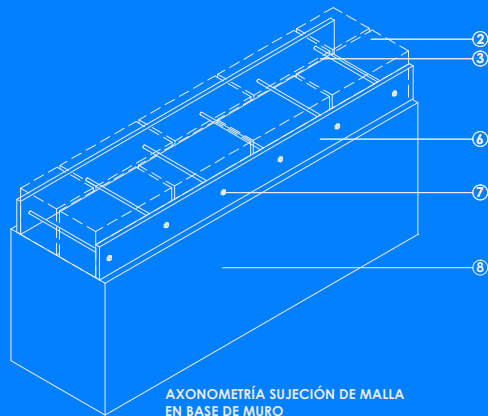


ELEVACIÓN - MÓDULO 002



CORTE A-A - MÓDULO 002

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN

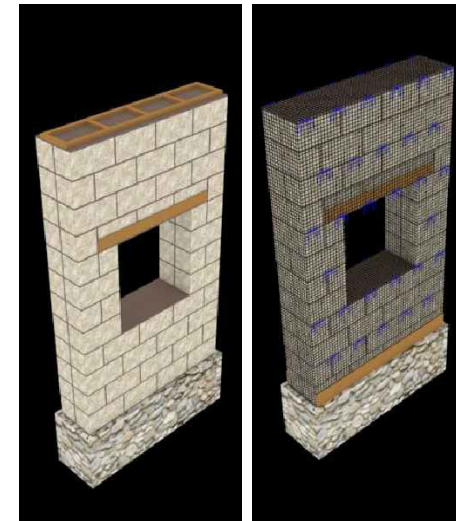
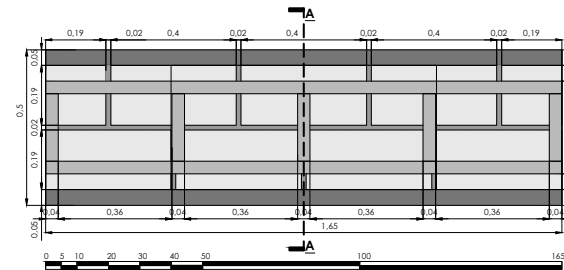
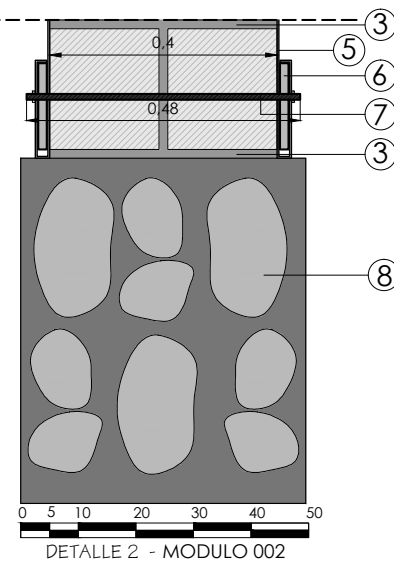
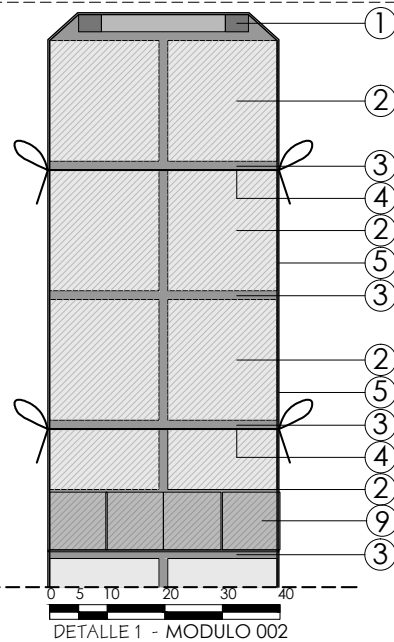


MÓDULO 002: MURO CON VANO DE VENTANA

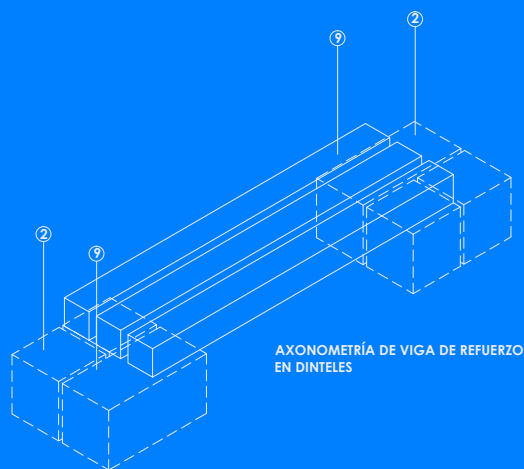
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAXIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CEMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN

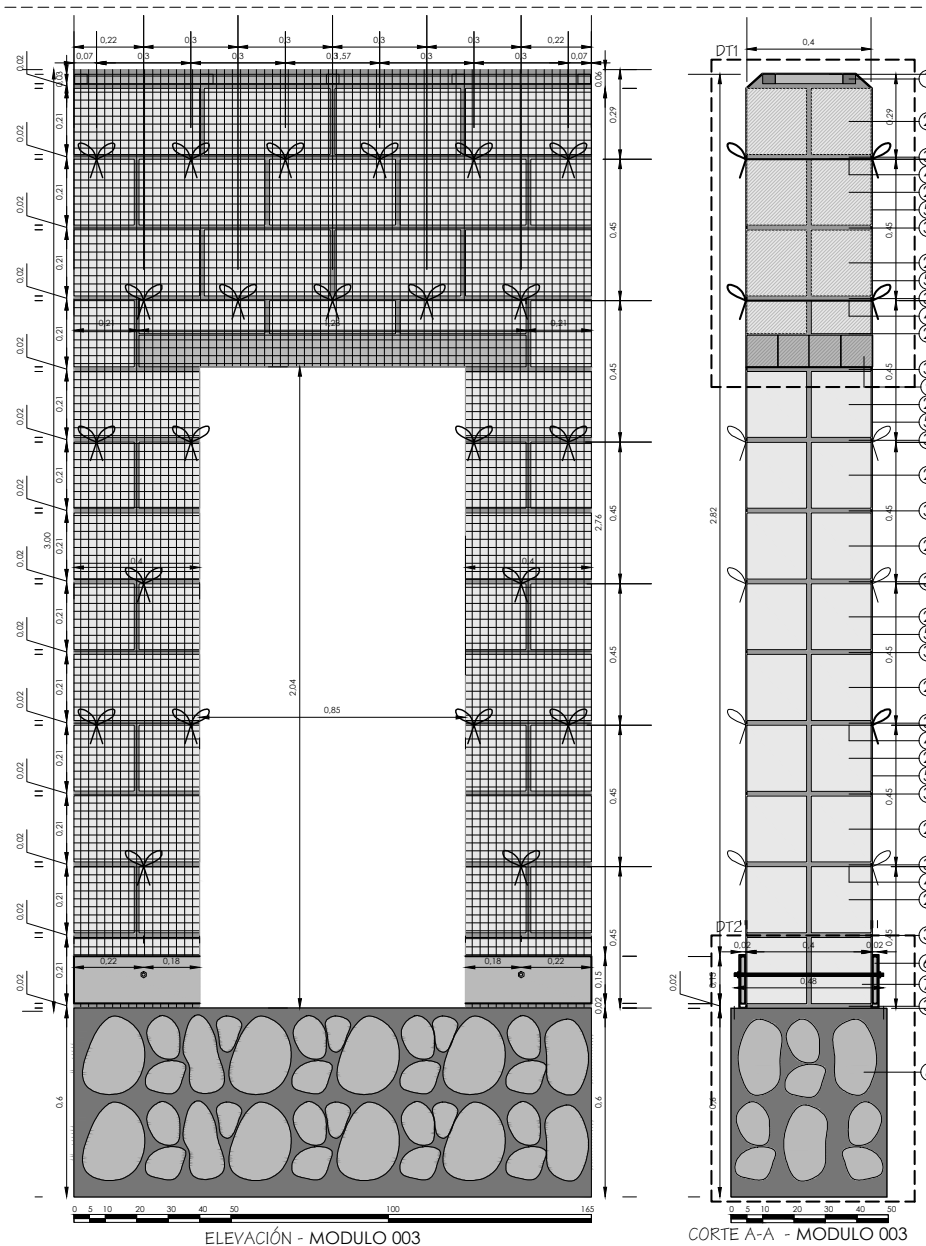


MÓDULO 003: MURO CON VANO DE PUERTA

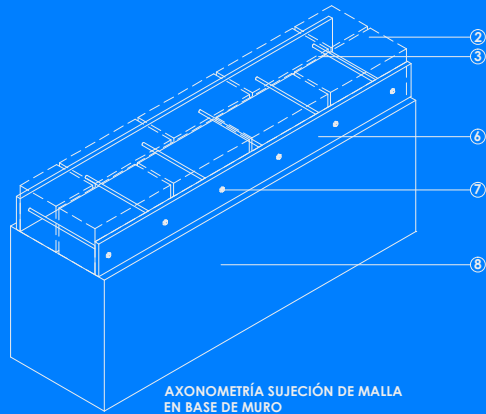
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLOPEO 60-40.
9. VIGA DE ECUALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN

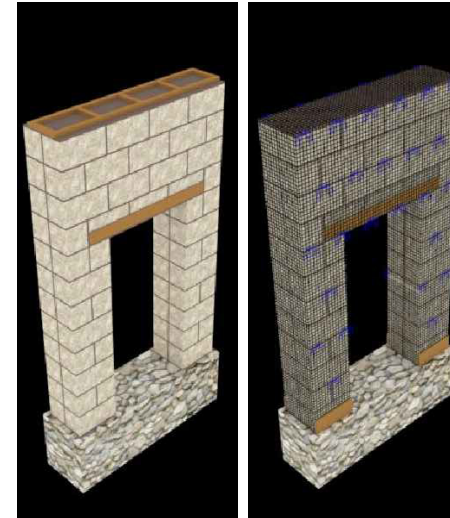
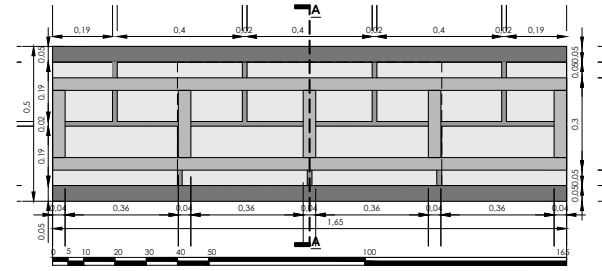
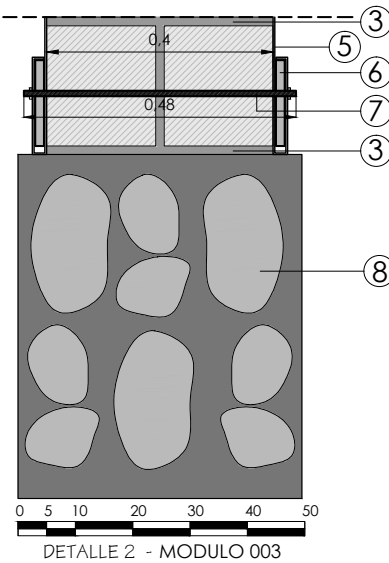
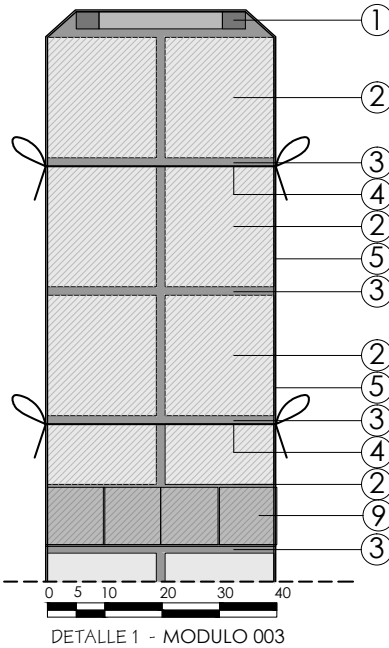


MÓDULO 003: MURO CON VANO DE PUERTA

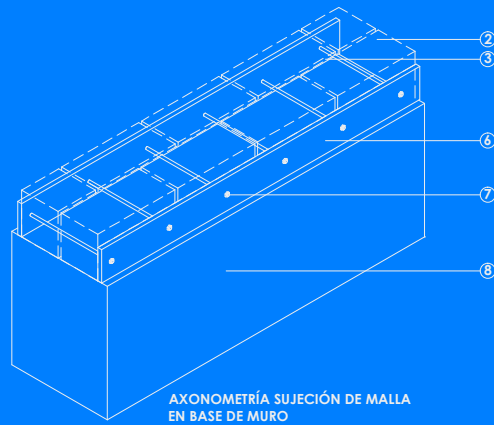
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CIMIENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE ECUALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN

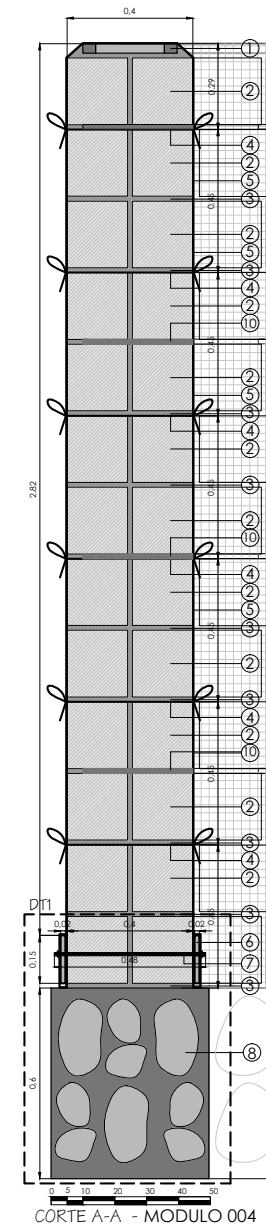
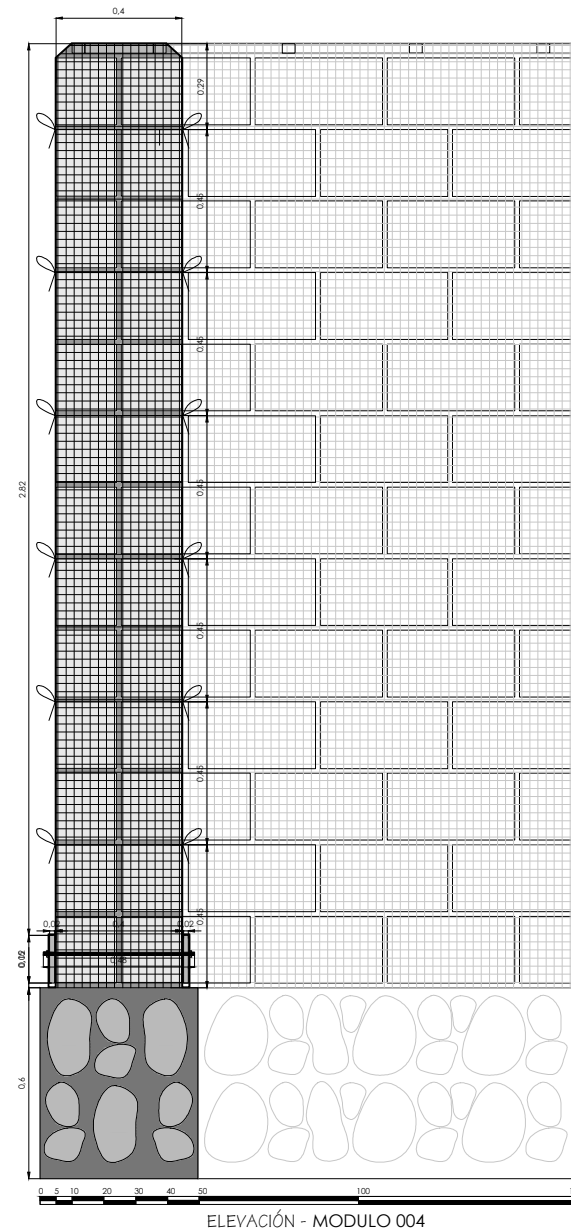


MÓDULO 004: ENCuentRO DE MUROS ESQUINEROS EN ANGULO RECTO "L"

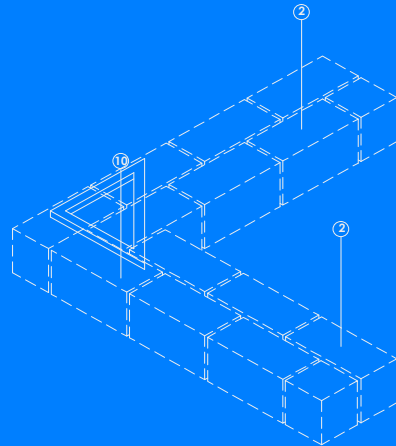
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CEMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN



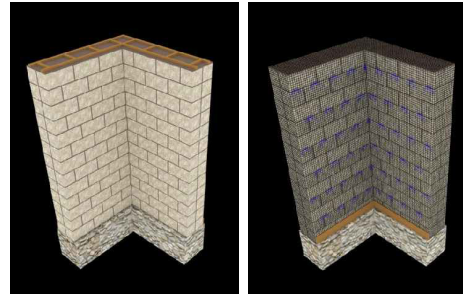
AXONOMETRÍA DE REFUERZO
CON LLAVE DE MADERA
CADA 2 HILADAS

MÓDULO 004: ENCUENTRO DE MUROS ESQUINEROS EN ANGULO RECTO "L"

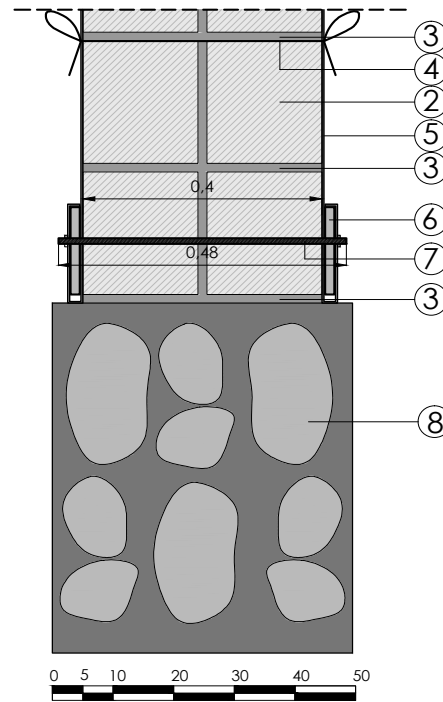
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CEMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 40-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

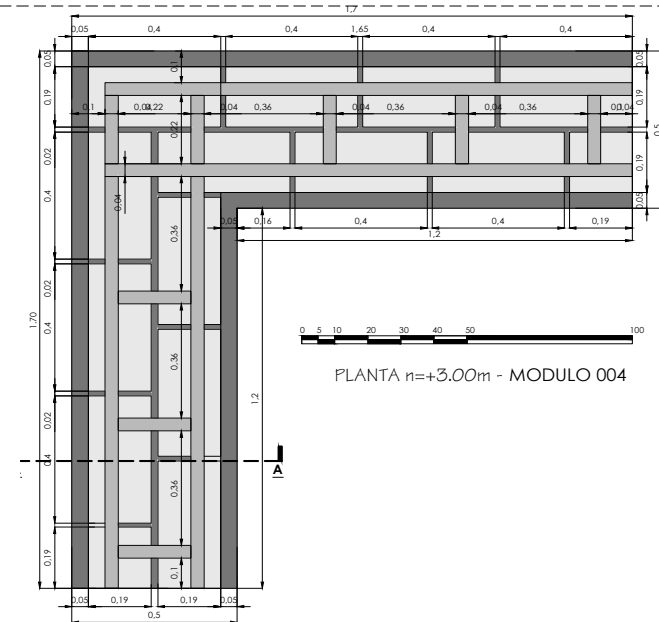
Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



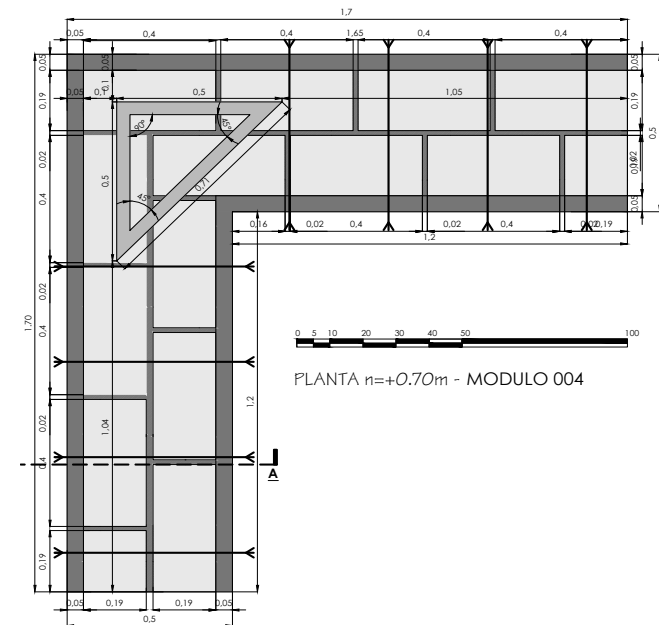
AXONOMETRÍAS - MODULO 004



DETALLE 1 - MODULO 004

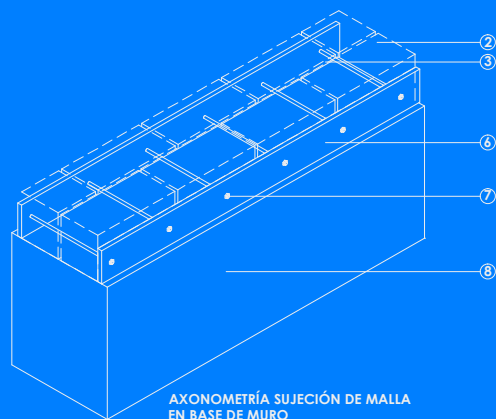


PLANTA n=+3.00m - MODULO 004



PLANTA n=+0.70m - MODULO 004

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN



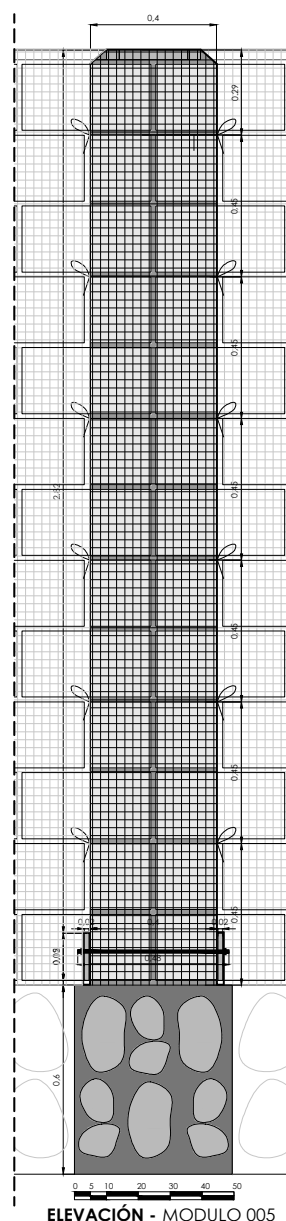
AXONOMETRÍA SUJECCIÓN DE MALLA EN BASE DE MURO

MÓDULO 005: ENCuentRO DE MUROS EN PERPENDICULAR EN "T" o CRUZ

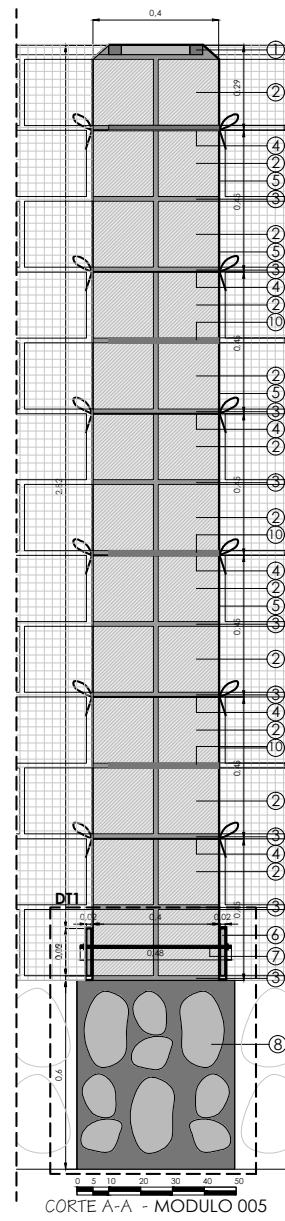
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

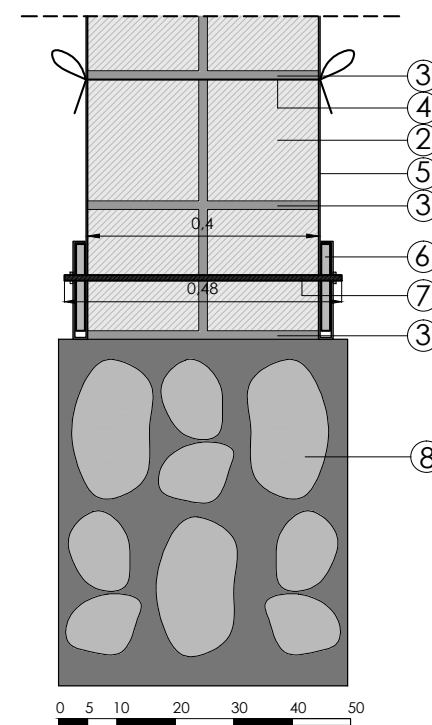
Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



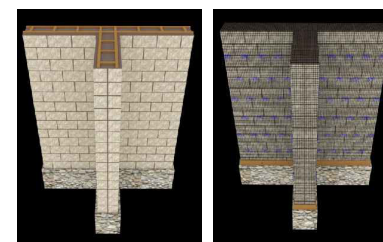
ELEVACIÓN - MÓDULO 005



CORTE A-A - MÓDULO 005



DETALLE 1 - MÓDULO 005



AXONOMETRÍAS - MÓDULO 005

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: MÓDULOS DE APLICACIÓN

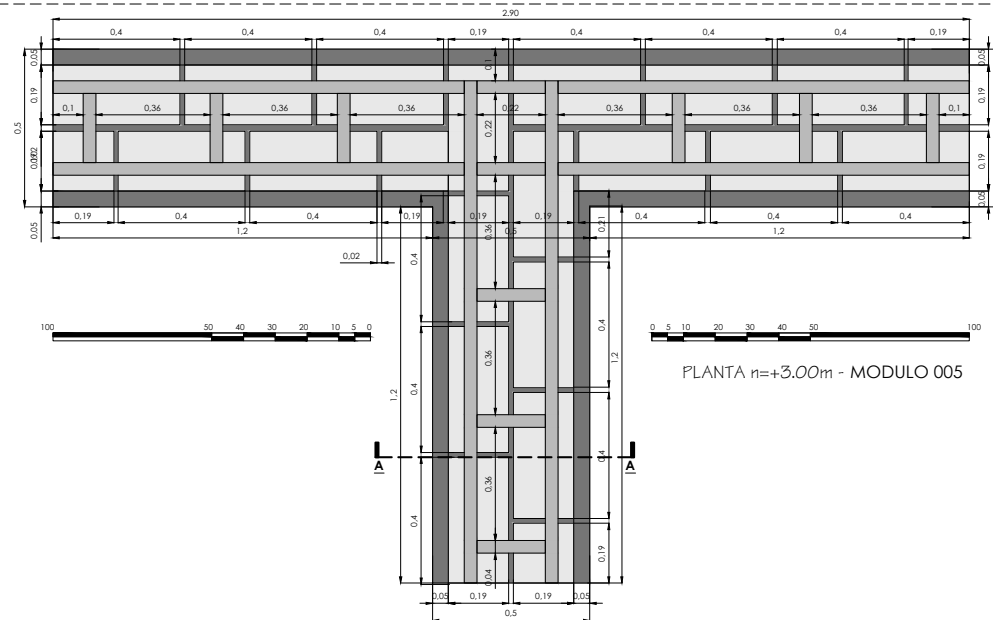


MÓDULO 005: ENCUENTRO DE MUROS EN PERPENDICULAR EN "T" o CRUZ

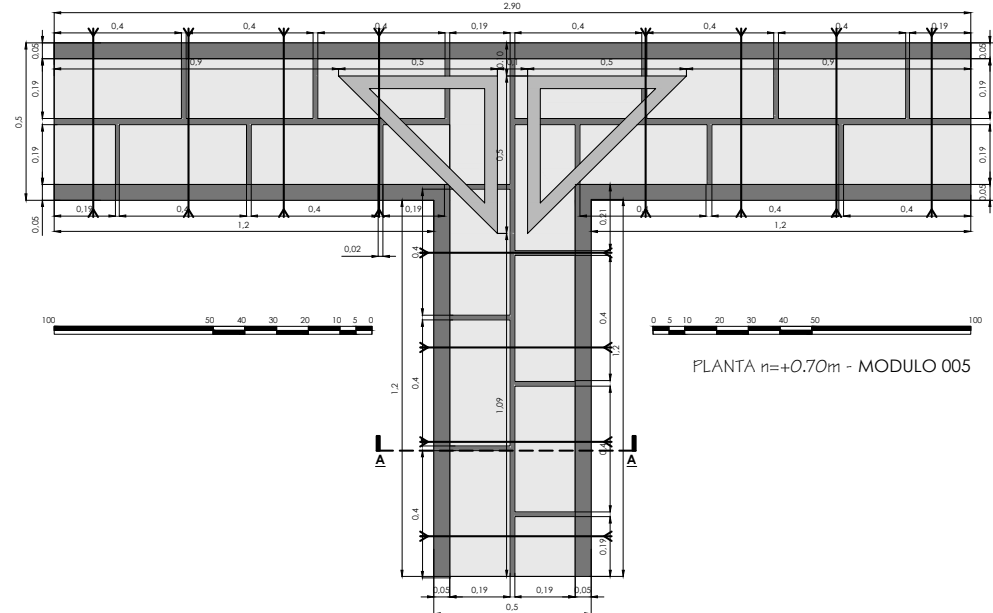
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO e=2cm.
4. RAFLA DE NYLON c/30cm horizontal, c/2 hiladas vertical intercaladas.
5. GEOMALLA BIAxIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
6. TABLA EUCALIPTO e=1,5cm a=15cm.
7. VARILLA ROSCADA e=12mm con tuerca en ambos extremos c/30cm.
8. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLOPEO 60-40.
9. VIGA DE EUCALIPTO 10x10cm REFUERZO DE DINTEL.
10. LLAVE DE MADERA EUCALIPTO, TIRAS 4x3cm.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

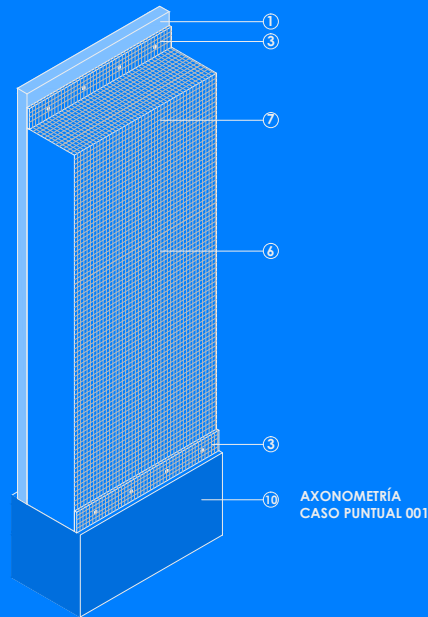


PLANTA n=+3.00m - MÓDULO 005



PLANTA n=+0.70m - MÓDULO 005

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTUALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS

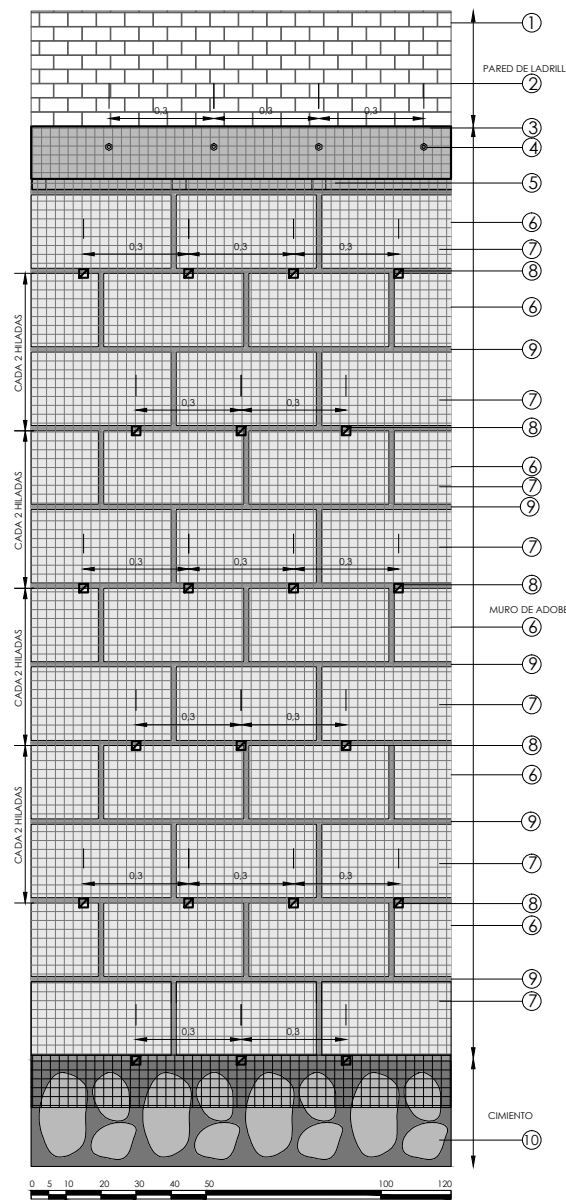


AXONOMETRÍA
CASO PUNTUAL 001

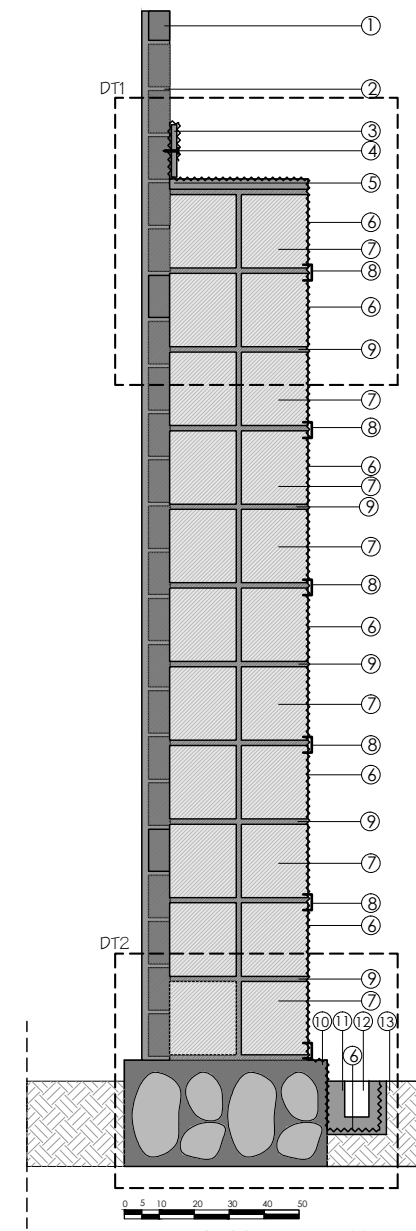
CASO 001: MURO DE ADOBE ADOSADO A PARED DE LADRILLO EN MEDIANERA

LEYENDA

1. MAMPOSTERÍA DE LADRILLO ARTESANAL.
2. MORTERO DE CEMENTO.
3. TABLA EUCALIPTO $e=1,5\text{cm}$ $a=15\text{cm}$.
4. TORNILLO AUTOROSCANTE CON TACO FISHER cada 30cm.
5. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
6. GEOMALLA BIAIXIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
7. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
8. GRAPA DE ACERO.
9. JUNTA DE BARRO $e=2\text{cm}$.
10. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
11. FUNDIDO EN "U" CHAPA DE 5 cm anclaje de Geomalla a piso.
12. CANAL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS.
13. TIERRA EXISTENTE



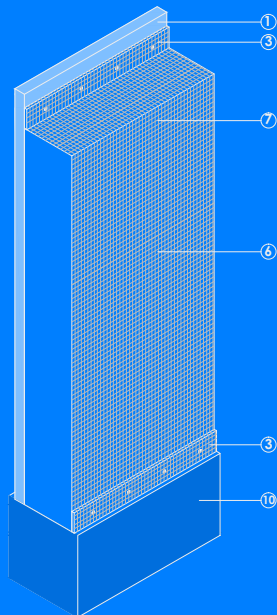
ELEVACIÓN - CASO PUNTUAL 001



CORTE A-A - CASO PUNTUAL 001



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTUALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS

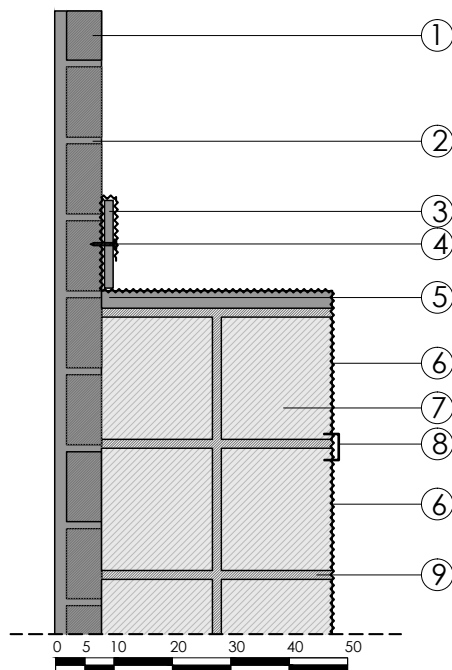


AXONOMETRÍA
CASO PUNTUAL 001

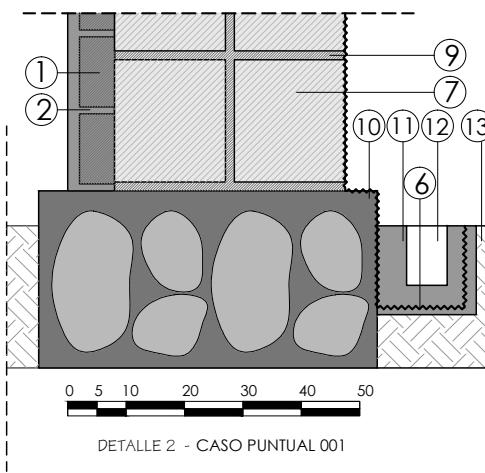
CASO 001: MURO DE ADOBE ADOSADO A PARED DE LADRILLO EN MEDIANERA

LEYENDA

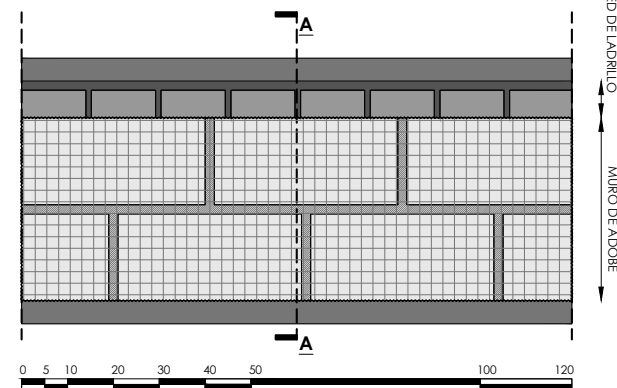
1. MAMPOSTERÍA DE LADRILLO ARTESANAL.
2. MORTERO DE CEMENTO.
3. TABLA EUCALIPTO $e=1,5\text{cm}$ $a=15\text{cm}$.
4. TORNILLO AUTOROSCANTE CON TACO FISHER cada 30cm.
5. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
6. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
7. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
8. GRAPA DE ACERO.
9. JUNTA DE BARRO $e=2\text{cm}$.
10. CIMENTO DE HORMIGÓN CICLÓPEO 60-40.
11. FUNDIDO EN "U" CHAPA DE 5 cm anclaje de Geomalla a piso.
12. CANAL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS.
13. TIERRA EXISTENTE



DETALLE 1 - CASO PUNTUAL 001

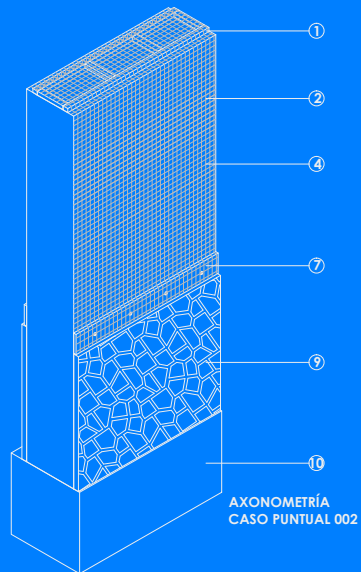


DETALLE 2 - CASO PUNTUAL 001



PLANTA - CASO PUNTUAL 001

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTUALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS

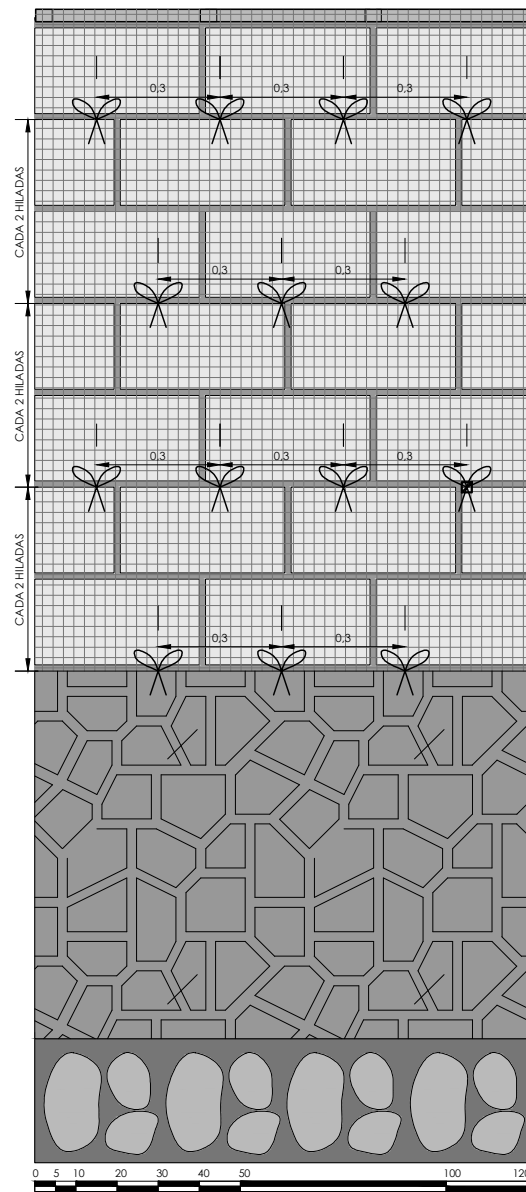


AXONOMETRÍA
CASO PUNTUAL 002

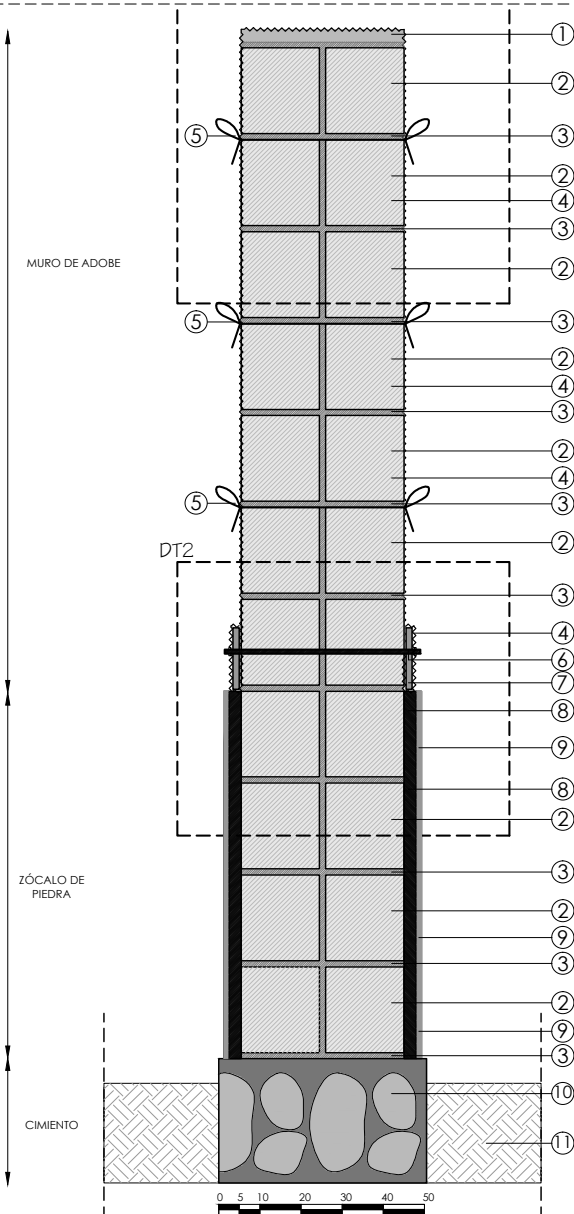
CASO 002: MURO DE ADOBE CON ZÓCALO DE PIEDRA

LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO $e=2cm$.
4. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
5. RAFLA DE NYLON $c/30cm$ horizontal, $c/2$ hiladas vertical intercaladas.
6. VARILLA ROSCADA $e=12mm$ con tuerca en ambos extremos $c/30cm$.
7. TABLA EUCALIPTO $e=1.5cm$ $a=15cm$.
8. MORTERO DE CEMENTO ZÓCALO.
9. ZÓCALO DE PIEDRA.
10. CIMIENTO DE PIEDRA.
11. TERRENO



ELEVACIÓN - CASO PUNTUAL 002



CORTE A-A - CASO PUNTUAL 002

CARTILLA CONSTRUCTIVA

20

CASO 002: MURO DE ADOBE CON ZÓCALO DE PIEDRA



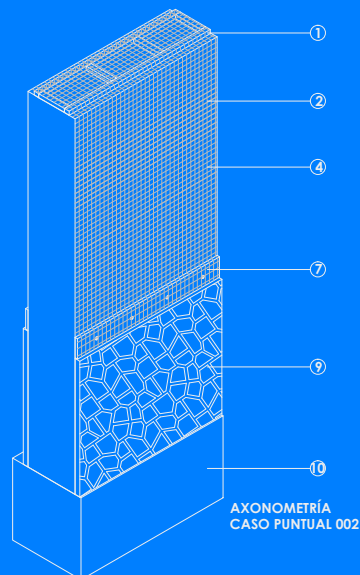
AUTORES: Paola Espinoza - Christian Ruilova

PROYECTO

211



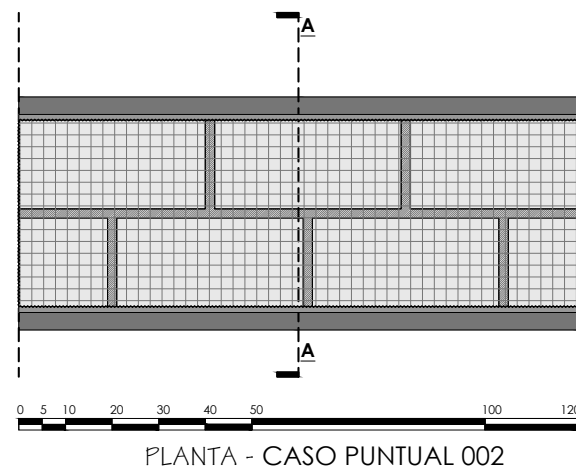
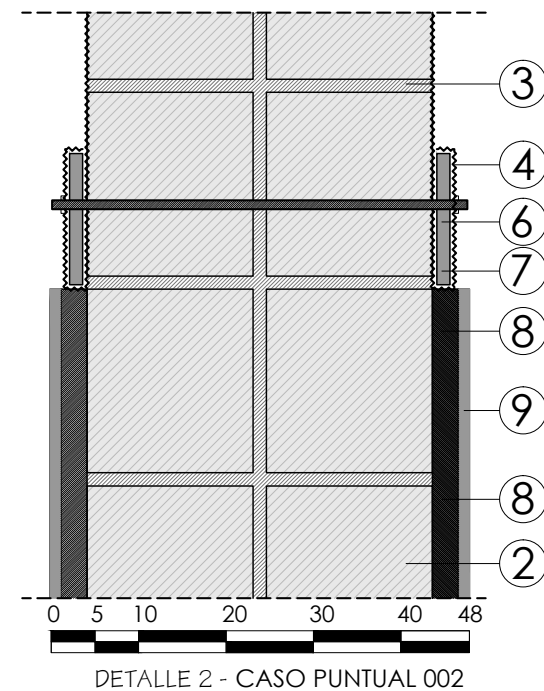
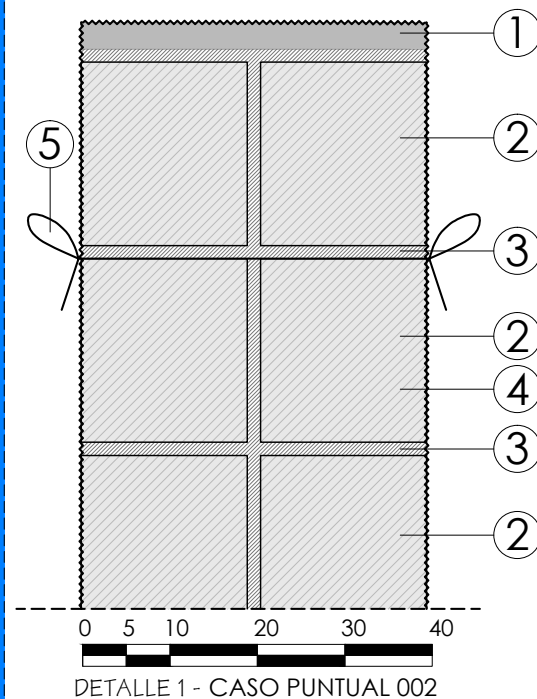
USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTUALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS



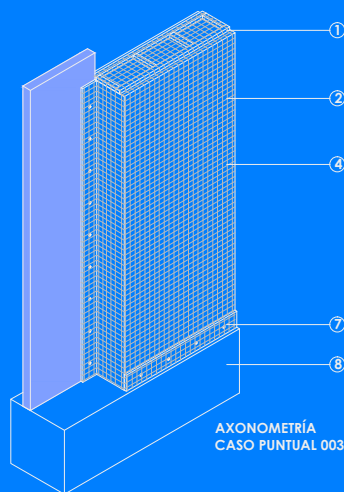
CASO 002: MURO DE ADOBE CON ZÓCALO DE PIEDRA

LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO ≈ 2 cm.
4. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NUDO DE REFUERZO.
5. RAFLA DE NYLON $\phi 30$ cm horizontal, $\phi/2$ hiladas vertical intercaladas.
6. VARILLA ROSCADA $\phi=12$ mm con tuerca en ambos extremos $\phi/30$ cm.
7. TABLA EUCALIPTO $\phi=1,5$ cm $\phi=15$ cm.
8. MORTERO DE CEMENTO ZÓCALO.
9. ZÓCALO DE PIEDRA.
10. CIMIENTO DE PIEDRA.
11. TERRENO



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTUALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS

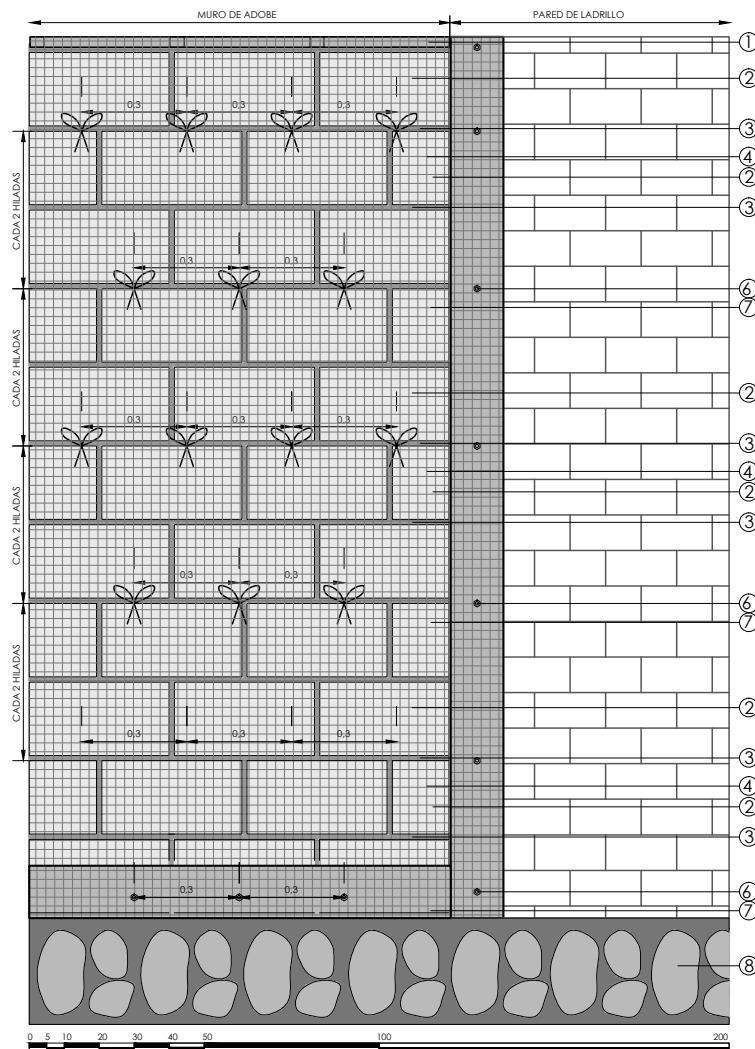


AXONOMETRÍA
CASO PUNTUAL 003

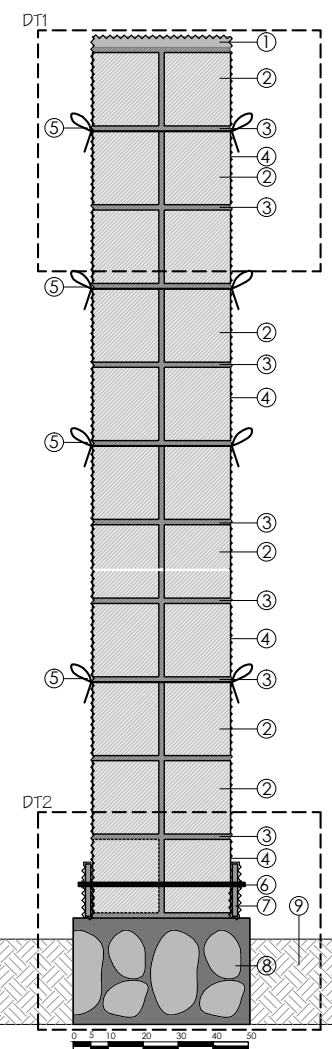
CASO 003: MURO DE ADOBE CON PARED DE LADRILLO ADOSADO LATERALMENTE

LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4x3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO ≈ 2 cm.
4. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NUDO DE REFUERZO.
5. RAFLA DE NYLON $\phi 30$ cm horizontal, $\phi 2$ hiladas vertical intercaladas.
6. VARILLA ROSCADA $\phi 12$ mm con tuerca en ambos extremos $\phi 30$ cm.
7. TABLA EUCALIPTO $\phi 1.5$ cm $a=15$ cm.
8. CIMENTACIÓN DE PIEDRA.
9. TERRENO.

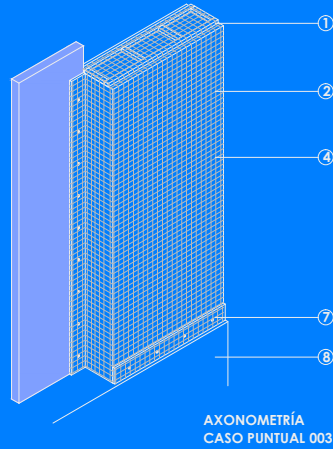


ELEVACIÓN - CASO PUNTUAL 003



CORTE A-A - CASO PUNTUAL 003

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTUALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS

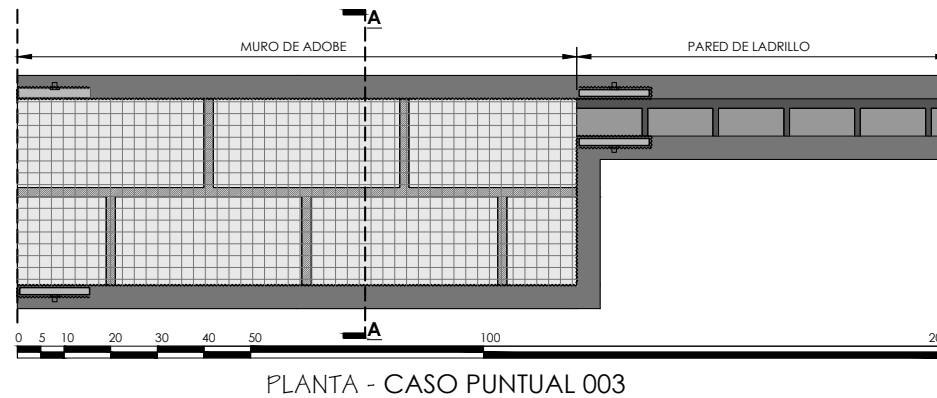
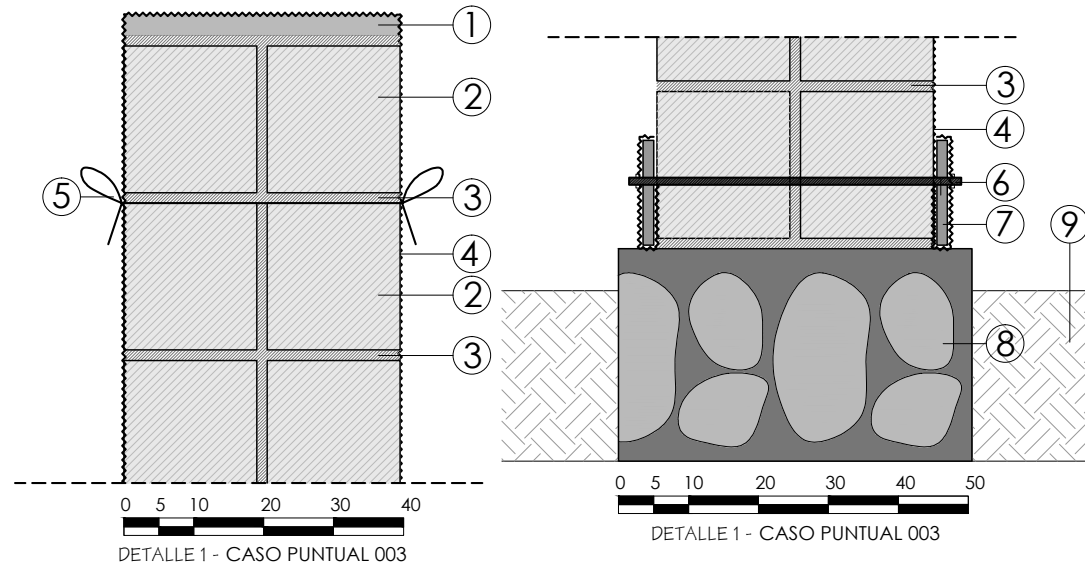


CASO 003: MURO DE ADOBE CON PARED DE LADRILLO ADOSADO LATERALMENTE

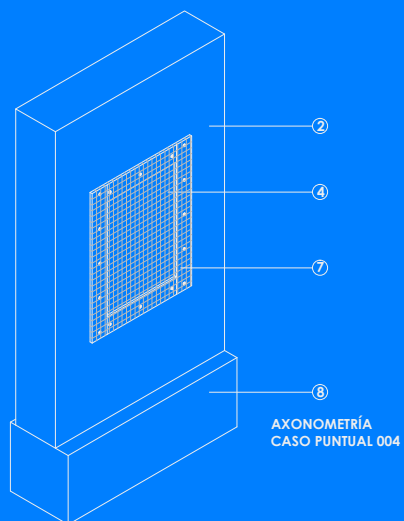
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4x3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO $e=2cm$.
4. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
5. RAFLA DE NYLÓN $c/30cm$ horizontal, $c/2$ hiladas vertical intercaladas.
6. VARILLA ROSCADA $e=12mm$ con tuerca en ambos extremos $c/30cm$.
7. TABLA EUCALIPTO $e=1,5cm$ $a=15cm$.
8. CEMENTO DE PIEDRA.
9. TERRENO

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS

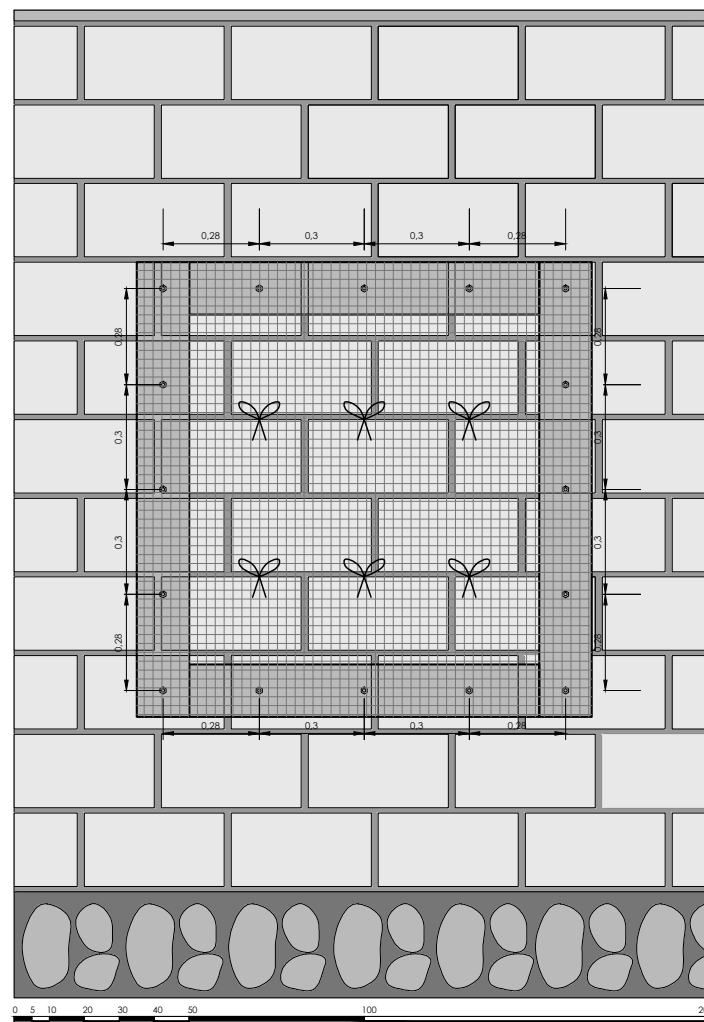


CASO 004: INTERVENCIONES PARCIALES EN MUROS DE ADOBE

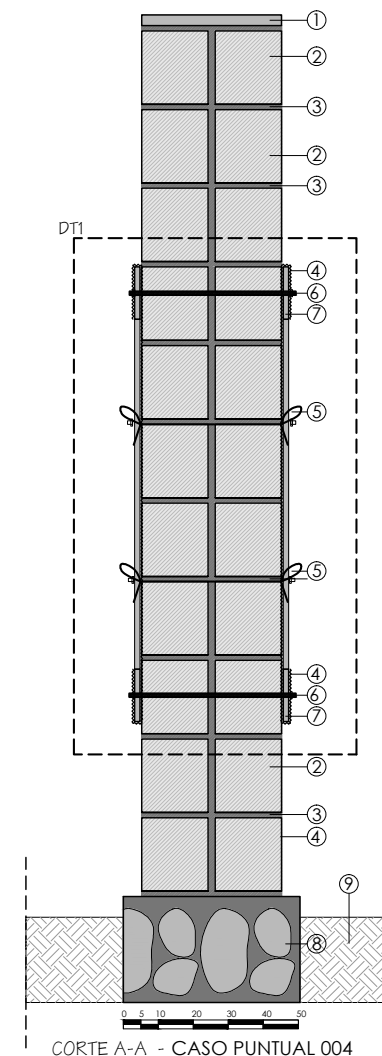
LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO $\phi=2$ cm.
4. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
5. RAFLA DE NYLON $\phi/30$ cm horizontal, $\phi/2$ hiladas vertical intercaladas.
6. VARILLA ROSCADA $\phi=12$ mm con tuerca en ambos extremos $\phi/30$ cm.
7. TABLA EUCALIPTO $\phi=1,5$ cm $a=15$ cm.
8. CEMENTO DE PIEDRA.
9. TERRENO.

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.

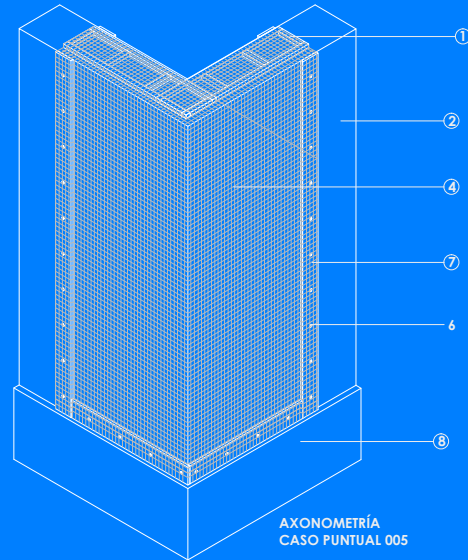


ELEVACIÓN - CASO PUNTUAL 004



CORTE A-A - CASO PUNTUAL 004

USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: CASOS PUNTUALES DE RESTAURACIÓN DE MUROS

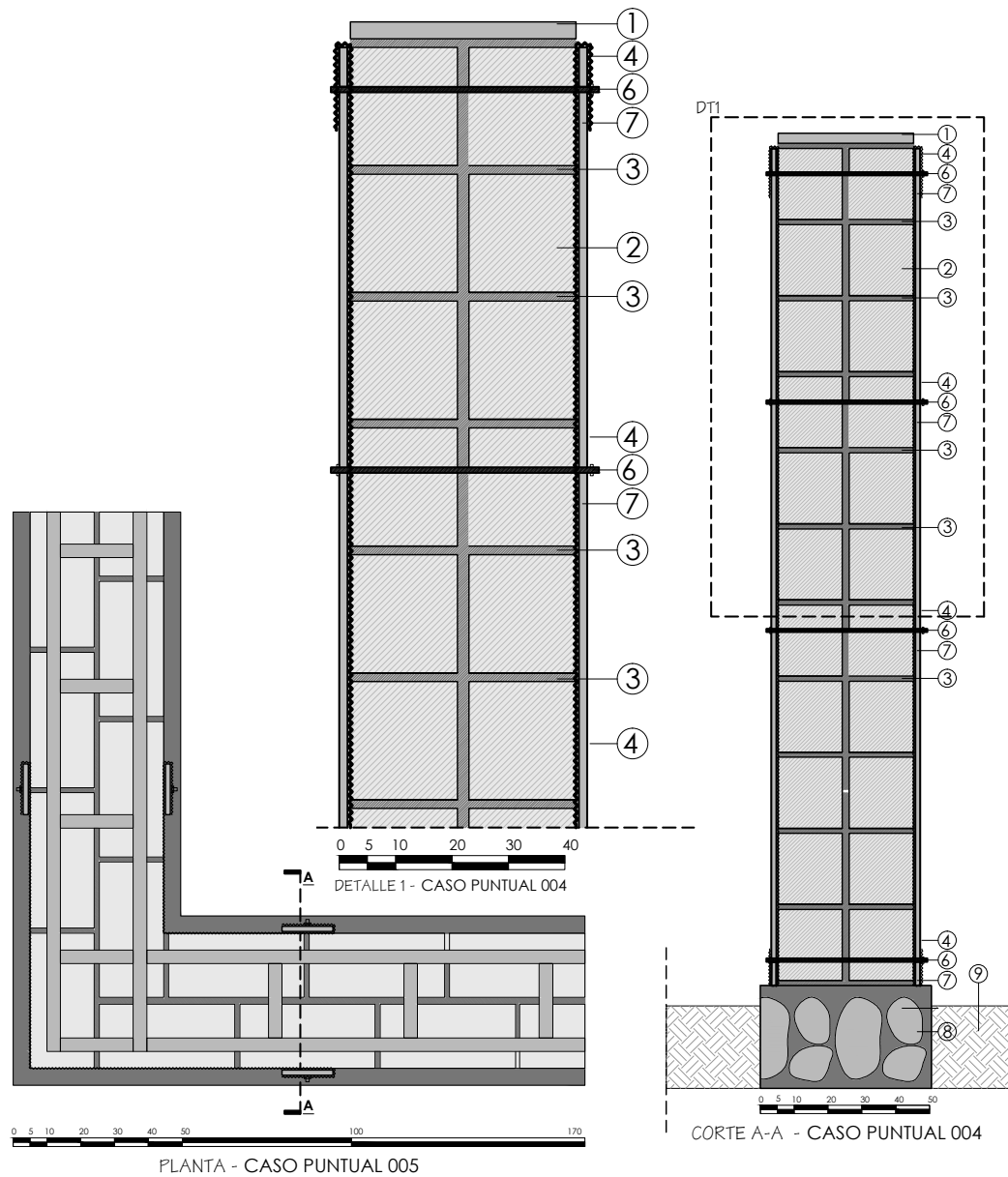


CASO 005: INTERVENCIONES EN ENCUENTRO DE MUROS EN ESQUINAS

LEYENDA

1. ESCALERILLA O VIGA COLLAR, MADERA ASERRADA, TIRAS DE 4X3cm.
2. BLOQUE DE ADOBE 40x21x19cm.
3. JUNTA DE BARRO $\phi=2$ cm.
4. GEOMALLA BIAJIAL POLÍMERA CON NODO DE REFUERZO.
5. RAFLA DE NYLÓN $\phi/30$ cm horizontal, $\phi/2$ hiladas vertical intercaladas.
6. VARILLA ROSCADA $\phi=12$ mm con tuerca en ambos extremos $\phi/30$ cm.
7. TABLA EUCALIPTO $\phi=1,5$ cm $a=15$ cm.
8. CIMIENTO DE PIEDRA.
9. TERRENO

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



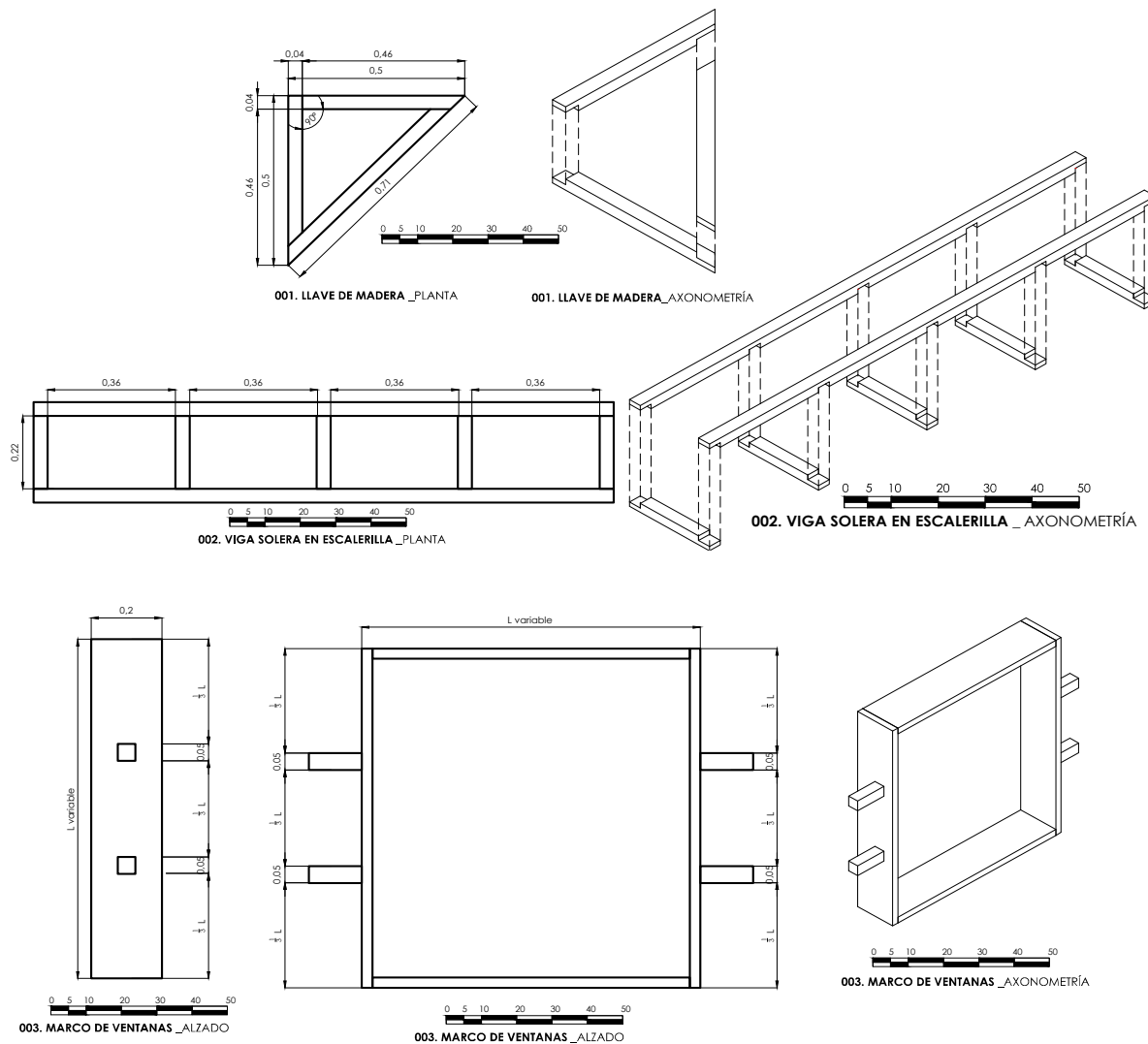
USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: ELEMENTOS DE MADERA

ELEMENTOS DE MADERA EN SISTEMA DE USO DE GEOMALLAS PARA LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE

LEYENDA

- 001. LLAVES DE MADERA
- 002. VIGAS SOLERAS EN ESCALERILLA
- 003. MARCOS DE VENTANAS
- 004. MARCOS DE PUERTAS
- 005. TABLAS DE SUJECCIÓN DE GEOMALLAS

Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



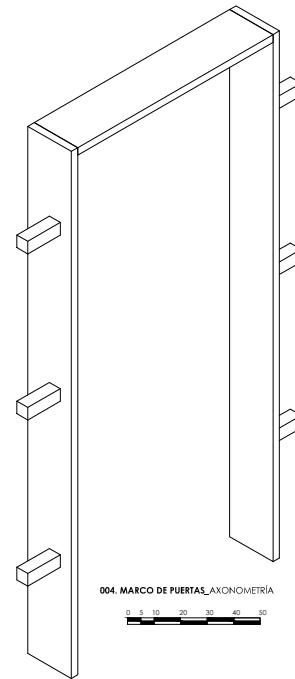
USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE: ELEMENTOS DE MADERA

ELEMENTOS DE MADERA EN SISTEMA DE USO DE GEOMALLAS PARA LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE

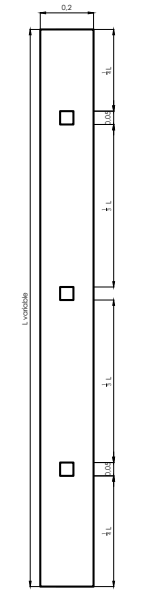
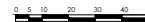
LEYENDA

- 001. LLAVES DE MADERA
- 002. VIGAS SOLERAS EN ESCALERILLA
- 003. MARCOS DE VENTANAS
- 004. MARCOS DE PUERTAS
- 005. TABLAS DE SUJECCIÓN DE GEOMALLAS

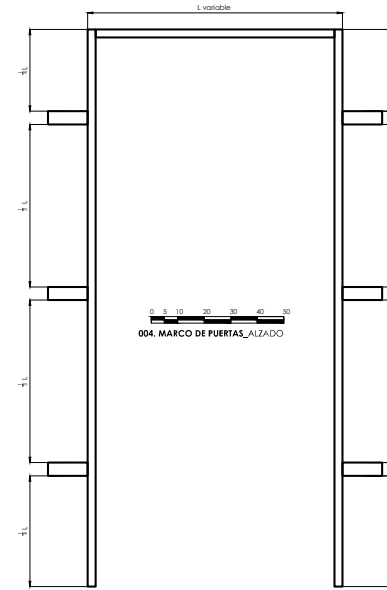
Para mayor detalle de la información citada en la presente cartilla constructiva, se sugiere revisar la Tesis: "USO DE GEOMALLAS Y ELEMENTOS DE MADERA EN LA RESTAURACIÓN DE MUROS DE ADOBE", FAUC U de Cuenca, 2014.



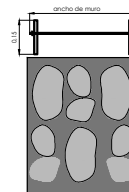
004. MARCO DE PUERTAS_AXONOMETRÍA



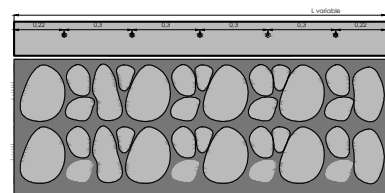
004. MARCO DE PUERTAS_ALZADO



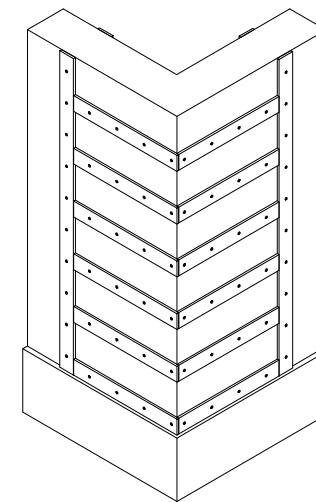
004. MARCO DE PUERTAS_ALZADO



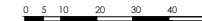
005. TABLAS DE SUJECCIÓN DE GEOMALLA_ALZADO



005. TABLAS DE SUJECCIÓN DE GEOMALLA_ALZADO



005. TABLAS DE SUJECCIÓN DE GEOMALLA_AXONOMETRÍA



Conclusiones Generales

- Los daños más comunes en el centro histórico de la ciudad de Cuenca son las grietas en la unión de muros o cambio de dirección de los mismos, las fisuras por asentamiento de cubierta sobre estos, desprendimiento de revoques debido a la falta de mantenimiento, además del uso de materiales no compatibles con el adobe y erosión en los muros laterales debido a la falta de revoque.
- En los resultados obtenidos en los ensayos realizados, cumplimos con los requerimientos mínimos en 2 de los tres ensayos, es decir el de Compresión por aplastamiento y compresión diagonal, incluso sobrepasando en algunos casos hasta en un 200%.
- El sistema constructivo de geomallas y elementos de madera, aumenta la resistencia de los muros en los que se aplica, esto se afirma gracias a los ensayos realizados en laboratorio. De esta manera se da cumplimiento a los objetivos al aumentar la

resistencia de muros de adobe a restaurarse.

- Se recomienda acompañar siempre el revoque a la instalación de la geomalla, puesto que este ayuda a la integración de los materiales.
- El uso de geomallas para el refuerzo y restauración de muros aporta ventajas entre las cuales podemos citar que es un sistema no invasivo ya que envuelve al muro, es de fácil aplicación, no requiere de mano de obra especializada, mejora la adherencia del revoque, da solución a daños puntuales como fisuras y grietas, puede aplicarse en la totalidad del muro o en su defecto en áreas puntuales y ayuda a que el muro se convierta en un elemento sísmo resistente.
- El costo del m² de aplicación es de aproximadamente 22 dólares americanos.
- Actualmente, debido al alto costo de la Geomalla por falta de demanda, se recomienda el uso del sistema constructivo en casos emergentes, donde

el uso sea principalmente confinar muros de adobe que estén perdiendo su resistencia estructural.

- La cartilla constructiva tiene como objetivo convertirse en un documento técnico para restauradores y constructores con o sin experiencia en el sistema constructivo de adobe, enfocado a la restauración de muros existentes que por diversos motivos se encuentren en deterioro. Reúne las nociones básicas para la aplicación en sitio del sistema constructivo, de los materiales que utiliza, los principios básicos del uso de geomalla en la restauración de muros corridos, muros con vanos de puertas y ventanas, encuentro de muros esquineros en "L" y perpendiculares en "T" y finalmente la aplicación del sistema en casos puntuales de restauración. Todos los conocimientos aquí reunidos son el resultado de las experiencias durante el desarrollo del proyecto de Tesis, datos recopilados en un atlas de daños producto de trabajo de campo realizado en viviendas con muros de adobe en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca.



Bibliografía

* LA UTILIZACIÓN DEL ADOBE EN LA CONSTRUCCIÓN, Patrick de Sutter Esquenet, Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, Quito, Año 1986

* PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA, Diego Siavichay, Joffre Narváez, Director: Rodrigo Montero, Cuenca, Año 2010

* CONSTRUCCIONES DE ADOBE RESISTENTES A LOS TERREMOTOS: TUTOR, Marcial Blondet, Gladys Villaa García, Svetlana Brzev, Pontificia Universidad Católica del Perú, Abril 2003.

* ENSAYOS DE SIMULACIÓN SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ADOBE, Ottazzi P., Gianfranco; Yep L., Juan Felipe; Blondet S., Marcial; Villa-García M., Gladys; Ginocchio C., Juan F., Pontificia Universidad Católica del Perú, Año 1985

* EXPEDIENTE TÉCNICO MÓDULO BÁSICO DE ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA, Armando Rodríguez Otiniano, María Claudia Walker Herrera, Proyectos Especiales Sur, Dars, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Marzo 2009.

* COMPORTAMIENTO SÍSMICO Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN DE EDIFICACIONES EN ADOBE Y TAPIA PISADA CON BASE EN MODELOS A ESCALA REDUCIDA, Luis E. Yamin, Ángel E. Rodríguez, Luis R. Fonseca, Juan C. Reyes, Camilo A. Phillips, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, Año: 2001

* ENSAYOS EN MESA VIBRATORIA * <http://www.plataformaarquitectura.cl/tag/restauracion/>

* LA MADERA, Beazly Mitchell Publisher Limi

ted, Editorial BLUME, Madrid España, 1978.

* DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA, Parker Harry, Editorial LIMUSA- WILEY S.A.; México, 1972.

* MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN, Barbará Fernando, Imprenta Nuevo Mundo S.A.; México 1958.

* TECNOLOGÍA DE LA MADERA; Biblioteca Profesional E.P.S.; Ediciones Don Bosco, Barcelona 1977.

* BIBLIOTECA DE LA MADERA, Andreu Xavier; Editorial ATRIUM, Barcelona, TOMO 1, 2, 3, 4, 5, Año: 1989

* MANUAL PRÁCTICO DE LA MADERA, Spannagel Fritz, Editoriales G. Gili S.A. de C. V.; México, Año: 1990

* TALLER DE TECNOLOGÍA Y RESTAURACIÓN DE OBRAS EN TIERRA, Proyecto VliirCPM, Cuenca, Año: 2011

* MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA, Gernot Minke, Editorail Nordan - Comunidad, Uruguay, Año: 2001

* CONSTRUIR CON TIERRA, P. Doat, A. Has, H. Holben, S. Matuk, F. Vitoux, Editorial Fondo Rotatorio, Bogotá, Año; 1990

* EL ADOBE Y OTROS MATERIALES DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN TIERRA CRUDA: CARACTERIZACIÓN CON FINES ESTRUCTURALES, RIVERA Torres Juan Carlos, Bogotá Colombia, Año 2012, Volumen 25.

* CARTILLA DE CONSTRUCCIÓN EN ADOBE CONFINADO, Wilson Silva, Ángel San Bartolomé y Victoria Ramírez, Pontificia Universidad Católica del Perú, Año 2007, 1era Edición.

* CONSTRUCCIÓN DE CASAS SALUDABLES Y SISMORESISTENTES DE ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA, Julio Vargas Neumann, Daniel Torrealva y Marcial Blondet, Pontificia Universidad Católica del Perú, Año 2007, 1era Edición.

* COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN MÓDULO DE ADOBE DE DOS PISOS CON REFUERZO HORIZONTAL Y CONFINAMIENTOS DE CONCRETO ARMADO, Ericka Flor Delgado Salvador Canales, Lima, Año 2006. Tesis.

* DISEÑO DE MALLAS ELECTROSOLDADAS PARA EL REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS DE ADOBE, Ángel San Bartolomé y Daniel Quiun, Pontificia Universidad Católica del Perú, Año 2007, 1era Edición.

* ENSAYO EN LIMA (PERÚ) DE EDIFICIO DE ADOBE SISMORRESISTENTE CONSTRUIDO CON EL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA INTEGRAL, B. Orta, J. M. Adell, R. Bustamante, A. García Santos, S. Vega; Año 2009.

* MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON ADOBE REFORZADO CON GEOMALLAS DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO SALUDABLES Y SEGURAS, Marcial Blondet, Pontificia Universidad Católica del Perú, Año 2010, 1era Edición.

* MANUAL PARA ELABORAR ADOBES MEJORADOS, Pontificia Universidad Católica del Perú, Año 2001.

* MEJORAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES, Marcial Blondet, Pontificia Universidad Católica del Perú, Año 2007.

* NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E 0.80 ADOBE, (RNE) PERÚ, Año 1999.

* NTE E.080 ADOBE (RNE): ANEXO N°1.- REFUERZO DE GEOMALLA EN EDIFICACIONES DE ADOBE, (RNE) PERÚ, Año 2008.



* LA UTILIZACIÓN DEL ADOBE EN LA CONSTRUCCIÓN* RESISTENCIA A FLEXION DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLAS-INFLUENCIA DEL TIPO DE TARRAJEO, Gonzalo Francisco Peralta Rozas, Pontifica Universidad Católica del Perú, Año 2008, Tesis.

* RECONSTRUIR EN ADOBE: ANÁLISIS, CONSIDERACIONES Y PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN, Paolo Milani, Año 2010, Edizioni Medina. Cooperación Internacional Italia.

* ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA; Silvana Carangui y Viviana Lasso, Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Año 2010.Tesis.

* USO DEL ADOBE COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, Silvana del Rocío Jaguaco Canchig, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Año 2007, Tesis

* ALBAÑILERÍA DE TIERRA CRUDA, Pontifica Universidad Católica del Perú, Año 2007, 1era Edición.

CARTILLA PATRIMONIO EN TIERRA: SISMO 2010, Gobierno de Chile, Año 2010.

I* NVESTIGACIONES EXPERIMENTALES Y PROPUESTA DE DISEÑO SÍSMICO PARA LA MAMPOSTERÍA DE ADOBE CONFINADO, Ángel San Bartolomé y Daniel Quiun, Pontifica Universidad Católica del Perú.

* ANÁLISIS Y PROPUESTA PARA AMINORAR LOS RIESGOS SÍSMICOS DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS, REALIZADAS CON LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ACTUALES EN; LADRILLO, ESTRUCTURA DE HORMIGÓN Y ESTRUCTURA METÁLICA EN LA CIUDAD DE CUENCA; Santiago Urgiles Jumbo y Marlon Minchalo Rojas, Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Tesis, Año: 2009

* PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOBE PARA LA APLICACIÓN EN

VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA; Diego Siavichay y Joffre Narváez M.; Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Año 2010.Tesis.

* ESTUDIO DL SISTEMA CONSTRUCTIVO SUPERADOBE, Y SU APLICACIÓN A LA VIVIENDA RURAL, Jaime Alejandro Sigüenza González, Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Tesis, Año 2014.

* ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE CASAS EN ADOBE Y TAPIA PISADA, Luis Eduardo Yamín Lacouture, Camilo Phillips Bernal, Juan Carlos Reyes Ortiz, Daniel Ruiz Valencia; Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, Año 2007. Apuntes.

* CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SISMO RESISTENTES DE ADOBE, Cartilla elaborada por el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, Lima, Año 2010.

* REHABILITACIÓN: GUÍA D CONSTRUCCIÓN PARASISMICA, Wilfredo Carazas Aedo y Alba Rivero Olmos, Coordinación científica: Equipo CRATerre-EAG. Documento financiado por MISEREOR, Francia, Año 2002.

* ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA VIVIENDA RURAL DE ADOBE, Leonardo E. Flores, Miguel A. Pacheco y Carlos Reyes, Año 2001.

* EVALUACIÓN DE DAÑOS Y SOLUCIONES PARA CONSTRUCCIONES EN TIERRA CRUDA: MANUAL DE TERRENO, Corporación de Desarrollo Tecnológico, Santiago de Chile, Año 2012.

* LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE LOS INMUEBLES CON VALOR HISTÓRICO – PATRIMONIAL; Y ESTUDIO DE CASO EN EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LAS

CALLES: SIMÓN BOLIVAR, AV. 12 DE ABRIL, LUIS CORDERO Y CORONEL TALBOT; Nelson Galán Espinoza y Juan Carlos Iñiguez, Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Año 2010.Tesis.



FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS			
código:		CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE	
A. DATOS GENERALES			
A1. FECHA DE REGISTRO: 001			
A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A			
B. DATOS DEL EDIFICIO			
B1. NOMBRE DEL INMUEBLE: Casa Familia Salazar			
B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas			
B3. UBICACIÓN			
B3.1. Dirección: P. Aguirre entre P. córdova y J. Jaramillo.			
B3.2. No. casa: 6-39			
B3.3. Fecha de construcción: 1930			
B3.4. Ciudad: Cuenca Cuenca			
B3.5. Fecha de restauración: No definida			
B3.6. Uso Inicial: Convento			
B3.7. Uso Actual: Comercio Vivienda			
C. DATOS DEL EDIFICIO			
TIPO DE DAÑOS:			
C1. GRIETA <input checked="" type="checkbox"/>			
C2. DEFORMACIÓN <input type="checkbox"/>			
C3. FISURA <input checked="" type="checkbox"/>			
C4. DESPLOMO <input type="checkbox"/>			
C5. ASENTAMIENTO <input type="checkbox"/>			
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE <input checked="" type="checkbox"/>			
C7. COLAPSO <input type="checkbox"/>			
C8. EROSIÓN <input type="checkbox"/>			
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES <input type="checkbox"/>			
C0. OTROS: <input type="checkbox"/>			
D. FOTOGRAFÍAS			
VISTA DE FACHADA			
	código fotografía: DSCF4054		código fotografía: DSCF4029
D03 Fisura en muro por asentamiento		D04 Fisuras en vano de puerta	
	código fotografía: DSCF4028		código fotografía: DSCF4042
D02 Grieta en cambio de sección de muro		D05 Desprendimiento de revoque	
	código fotografía: DSCF4032		código fotografía: DSCF4049

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS			
código:			
A. DATOS GENERALES		CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE	
A1. FECHA DE REGISTRO: 002			
A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A			
B. DATOS DEL EDIFICIO			
B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:			
B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas			
B3. UBICACIÓN			
B3.1. Dirección: San Francisco entre P. aguire y G. Torres			
B3.2. No. casa:			
B3.3. Fecha de construcción: No definida			
B3.4. Ciudad: Cuenca			
B3.5. Fecha de restauración: No definida		CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO	
B3.6. Uso Inicial: Vivienda			
B3.7. Uso Actual: Comercio Vivienda			
C. DATOS DEL EDIFICIO			
TIPO DE DAÑOS:			
C1. GRIETA	<input checked="" type="checkbox"/>		
C2. DEFORMACIÓN	<input type="checkbox"/>		
C3. FISURA	<input checked="" type="checkbox"/>		
C4. DESPLOMO	<input type="checkbox"/>		
C5. ASENTAMIENTO	<input type="checkbox"/>		
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	<input checked="" type="checkbox"/>		
C7. COLAPSO	<input type="checkbox"/>		
C8. EROSIÓN	<input type="checkbox"/>		
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES	<input type="checkbox"/>		
C0. OTROS:	<input type="checkbox"/>		
D. FOTOGRAFÍAS		D02 FISURA POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIAL	
VISTA DE FACHADA			
código fotografía: DSCF4066		código fotografía: DSCF4060	
D03 FISURA POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES		D05 EROSIÓN EN MUROS MEDIANEROS	
código fotografía: DSCF4061		código fotografía: DSCF4064	

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS

código:

A. DATOS GENERALES

A1. FECHA DE REGISTRO: 003
A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A

B. DATOS DEL EDIFICIO

B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:
B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas
B3. UBICACIÓN
B3.1. Dirección: Tarqui entre Bolívar y Sucre
B3.2. No. casa:
B3.3. Fecha de construcción: No definida
B3.4. Ciudad: Cuenca
B3.5. Fecha de restauración: No definida
B3.6. Uso Inicial: Vivienda
B3.7. Uso Actual: Comercio, Oficinas, Parqueadero

C. DATOS DEL EDIFICIO**TIPO DE DAÑOS:**

C1. GRIETA ☒
C2. DEFORMACIÓN ☐
C3. FISURA ☒
C4. DESPLOMO ☐
C5. ASENTAMIENTO ☐
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE ☐
C7. COLAPSO ☐
C8. EROSIÓN ☐
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES ☐
C0. OTROS: ☐

D. FOTOGRAFÍAS

VISTA DE FACHADA



código fotografía: DSCF4068

VISTA DE MURO POSTERIOR ADOBE



código fotografía: DSCF4071

D01 GRIETAS POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES



código fotografía: DSCF4073

D02 FISURA EN UNIÓN DE MUROS Y ARCO



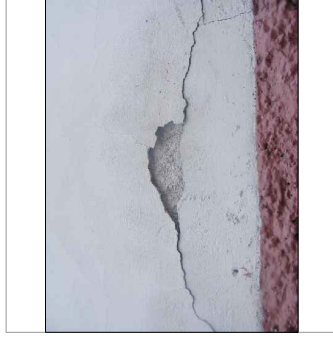
código fotografía: DSCF4078

D03 FISURAS POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES

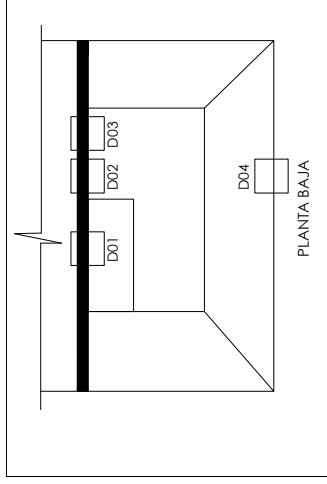


código fotografía: DSCF4080

D04 FISURA Y DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE



código fotografía: DSCF4081

**CROQUIS DE UBICACIÓN
INMUEBLE****CROQUIS DE UBICACIÓN
DAÑO**

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS

código:

A. DATOS GENERALES

A1. FECHA DE REGISTRO: 004

A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A

B. DATOS DEL EDIFICIO

B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:

B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas

B3. UBICACIÓN

B3.1. Dirección: Bolívar entre G. Torres y Tarqui

B3.2. No. casa:

B3.3. Fecha de construcción: No definida

B3.4. Ciudad: Cuenca

B3.5. Fecha de restauración: No definida

B3.6. Uso Inicial: Vivienda

B3.7. Uso Actual: Clínica Municipal

CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE

CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO

C. DATOS DEL EDIFICIO

TIPO DE DAÑOS:

C1. GRIETA

C2. DEFORMACIÓN

C3. FISURA

C4. DESPLOMO

C5. ASENTAMIENTO

C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

C7. COLAPSO

C8. EROSIÓN

C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES

C0. OTROS:

D. FOTOGRAFÍAS

D01 GRIETA Y DEFORMACIÓN POR ASENTAMIENTO

código fotografía: DSCF4084

D02 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

código fotografía: DSCF4085

D03 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

código fotografía: DSCF4086

D04 GRIETAS EN VANOS

código fotografía: DSCF4089

D05 GRIETAS EN VANOS POR ASENTAMIENTO

código fotografía: DSCF4090

D06 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

código fotografía: DSCF4094

PROYECTO

227

AUTORES: Paola Espinoza - Christian Ruilova



FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS			
código:			
A. DATOS GENERALES		CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE 	
A1. FECHA DE REGISTRO: 005			
A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A			
B. DATOS DEL EDIFICIO			
B1. NOMBRE DEL INMUEBLE: Mansión Alcazar		CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO 	
B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas			
B3. UBICACIÓN			
B3.1. Dirección: Bolívar entre G. Torres y Tarqui			
B3.2. No. casa:			
B3.3. Fecha de construcción: No definida			
B3.4. Ciudad: Cuenca			
B3.5. Fecha de restauración: No definida		C. DATOS DEL EDIFICIO	
B3.6. Uso Inicial: Vivienda			
B3.7. Uso Actual: Hotel			
TIPO DE DAÑOS:			
C1. GRIETA <input type="checkbox"/>			
C2. DEFORMACIÓN <input type="checkbox"/>			
C3. FISURA <input checked="" type="checkbox"/>			
C4. DESPLOMO <input type="checkbox"/>			
C5. ASENTAMIENTO <input type="checkbox"/>			
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE <input type="checkbox"/>			
C7. COLAPSO <input type="checkbox"/>			
C8. EROSIÓN <input type="checkbox"/>			
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES <input type="checkbox"/>			
C0. OTROS: <input type="checkbox"/>			
D. FOTOGRAFÍAS			
VISTA DE FACHADA 	VISTA DE FACHADA 	D01 FISURAS POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES código fotografía: DSCF4104	
código fotografía: DSCF4101	código fotografía: DSCF4103	 código fotografía: DSCF4105	
D02 FISURAS POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES código fotografía: DSCF4105			

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS

código:

A. DATOS GENERALES

A1. FECHA DE REGISTRO: 006

A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A

B. DATOS DEL EDIFICIO

B1. NOMBRE DEL INMUEBLE: Casa de los arcos

B2. NÚMERO DE PLANTAS: 4 plantas

B3. UBICACIÓN

B3.1. Dirección: Tarqui y calle Larga

B3.2. No. casa:

B3.3. Fecha de construcción: No definida

B3.4. Ciudad: Cuenca

B3.5. Fecha de restauración: No definida

B3.6. Uso Inicial: Vivienda

B3.7. Uso Actual: Museo

CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE

CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO

C. DATOS DEL EDIFICIO

TIPO DE DAÑOS:

C1. GRIETA

C2. DEFORMACIÓN

C3. FISURA

C4. DESPLOMO

C5. ASENTAMIENTO

C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

C7. COLAPSO

C8. EROSIÓN

C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES

C0. OTROS:

D. FOTOGRAFÍAS

D01 GRIETAS DE ASENTAMIENTO EN VANOS

código fotografía: DSCF4118

D02 FISURAS EN ESQUINAS DE VANOS

código fotografía: DSCF4123

D03 GRIETAS EN VANOS

código fotografía: DSCF4124

D04 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

código fotografía: DSCF4128

D05 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

código fotografía: DSCF4136


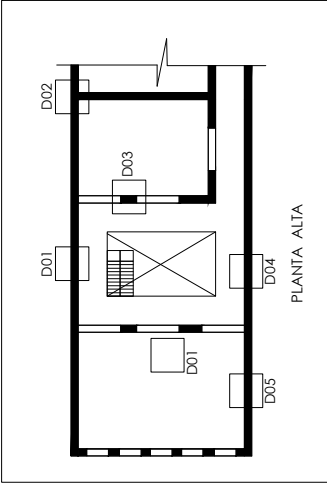

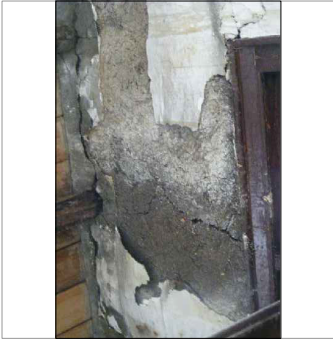




D06 FISURAS DE ASENTAMIENTO EN CIMIENTOS

código fotografía: DSCF4138

PROYECTO

229

AUTORES: Paola Espinoza - Christian Ruilova

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS		
código:		
A. DATOS GENERALES		CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE 
A1. FECHA DE REGISTRO: 007		
A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A		
B. DATOS DEL EDIFICIO		
B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:		
B2. NÚMERO DE PLANTAS: 3 plantas		
B3. UBICACIÓN		
B3.1. Dirección: Tarqui entre calle Larga y P. Córdova		
B3.2. No. casa:		
B3.3. Fecha de construcción: No definida		
B3.4. Ciudad: Cuenca		
B3.5. Fecha de restauración: No definida		
B3.6. Uso Inicial: Vivienda		
B3.7. Uso Actual: Vivienda		
C. DATOS DEL EDIFICIO		CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO 
TIPO DE DAÑOS:		
C1. GRIETA <input checked="" type="checkbox"/>		
C2. DEFORMACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>		
C3. FISURA <input checked="" type="checkbox"/>		
C4. DESPLOMO <input type="checkbox"/>		
C5. ASENTAMIENTO <input checked="" type="checkbox"/>		
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE <input checked="" type="checkbox"/>		
C7. COLAPSO <input type="checkbox"/>		
C8. EROSIÓN <input type="checkbox"/>		
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES <input checked="" type="checkbox"/>		
C0. OTROS:		
D. FOTOGRAFÍAS		
VISTA DE FACHADA 	D01 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE Y ASENTAMIENTO 	D02 ISURAS EN UNIÓN DE MUROS 
código fotografía: DSCF4142	código fotografía: DSCF4145	código fotografía: DSCF4159
D03 GRIETAS EN VANOS POR ASENTAMIENTO 	D04 INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES 	D05 EROSIÓN EN MUROS MEDIANEROS 
código fotografía: DSCF4169	código fotografía: DSCF4179	código fotografía: DSCF4182

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS

código:

A. DATOS GENERALES

A1. FECHA DE REGISTRO: 008

A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico A

B. DATOS DEL EDIFICIO

B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:

B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas

B3. UBICACIÓN

B3.1. Dirección: Tarqui entre calle Larga y P. Córdoba

B3.2. No. casa:

B3.3. Fecha de construcción: No definida

B3.4. Ciudad: Cuenca

B3.5. Fecha de restauración: No definida

B3.6. Uso Inicial: Vivienda

B3.7. Uso Actual: Vivienda Comercio

C. DATOS DEL EDIFICIO

TIPO DE DAÑOS:

C1. GRIETA

C2. DEFORMACIÓN

C3. FISURA

C4. DESPLOMO

C5. ASENTAMIENTO

C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

C7. COLAPSO

C8. EROSIÓN

C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES

C0. OTROS:

CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE

CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO

D. FOTOGRAFÍAS

VISTA DE FACHADA

código fotografía: DSCF4190

D03 EROSIÓN POR DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

código fotografía: DSCF4207

D01 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

código fotografía: DSCF4203

D02 FISURAS POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES

código fotografía: DSCF4204

D04 INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES

código fotografía: DSCF4213


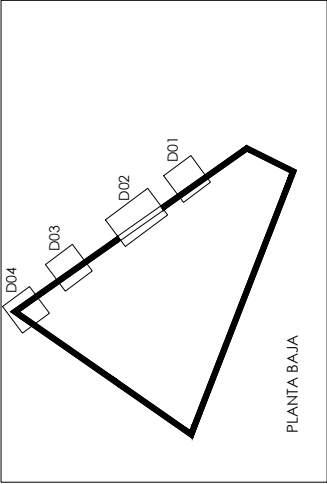





D05 DEPRENDIMIENTO DE REVOQUES

código fotografía: DSCF4214


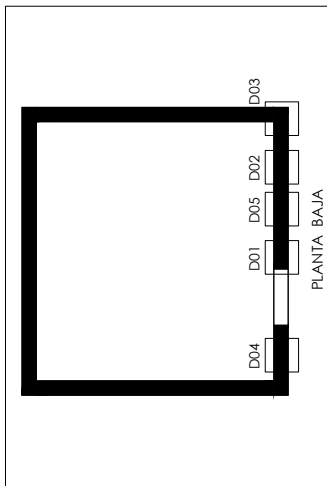






PROYECTO

231

AUTORES: Paola Espinoza - Christian Ruilova

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS			
código:			
A. DATOS GENERALES		CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE 	
A1. FECHA DE REGISTRO: 009			
A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Ambiental			
B. DATOS DEL EDIFICIO			
B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:			
B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas			
B3. UBICACIÓN			
B3.1. Dirección: Bajada del Vado y calle de la Cruz			
B3.2. No. casa:			
B3.3. Fecha de construcción: No definida			
B3.4. Ciudad: Cuenca			
B3.5. Fecha de restauración: No definida		CROQUIS DE UBICACIÓN DAÑO 	
B3.6. Uso Inicial: Vivienda			
B3.7. Uso Actual: Vivienda			
C. DATOS DEL EDIFICIO			
TIPO DE DAÑO:			
C1. GRIETA	<input checked="" type="checkbox"/>		
C2. DEFORMACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>		
C3. FISURA	<input type="checkbox"/>		
C4. DESPLOMO	<input checked="" type="checkbox"/>		
C5. ASENTAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>		
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	<input checked="" type="checkbox"/>		
C7. COLAPSO	<input type="checkbox"/>		
C8. EROSIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>		
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES	<input type="checkbox"/>		
C0. OTROS:			
D. FOTOGRAFÍAS			
EROSIÓN EN MUROS A NIVEL DE CIMENTO		D01 EROSIÓN DE MUROS POR DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	
código fotografía: DSCF4275		código fotografía: DSCF4276	
VISTA DE FACHADA		D02 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	
código fotografía: DSCF4278		código fotografía: DSCF4277	
		D04 EROSIÓN POR DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	
		código fotografía: DSCF4281	código fotografía: DSCF4282

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS					
código:					
A. DATOS GENERALES	CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE				
A1. FECHA DE REGISTRO:	011				
A2. TIPO DE VALORACIÓN:	Valor Arquitectónico B				
B. DATOS DEL EDIFICIO					
B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:					
B2. NÚMERO DE PLANTAS:	2 plantas				
B3. UBICACIÓN					
B3.1. Dirección:	Bajada del Vado y calle de la Cruz				
B3.2. No. casa:					
B3.3. Fecha de construcción:	No definida				
B3.4. Ciudad:	Cuenca				
B3.5. Fecha de restauración:	No definida				
B3.6. Uso Inicial:	Vivienda				
B3.7. Uso Actual:	Vivienda				
C. DATOS DEL EDIFICIO	DAÑO				
TIPO DE DAÑOS:	PLANTA ALTA				
C1. GRIETA	<input checked="" type="checkbox"/>				
C2. DEFORMACIÓN	<input type="checkbox"/>				
C3. FISURA	<input checked="" type="checkbox"/>				
C4. DESPLOMO	<input type="checkbox"/>				
C5. ASENTAMIENTO	<input type="checkbox"/>				
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE	<input checked="" type="checkbox"/>				
C7. COLAPSO	<input type="checkbox"/>				
C8. EROSIÓN	<input type="checkbox"/>				
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES	<input type="checkbox"/>				
C0. OTROS:					
D. FOTOGRAFÍAS					
VISTA DE FACHADA					
D01 FISURAS EN UNIÓN DE MUROS	D02 GRIETAS Y FISURAS POR ASENTAMIENTO				
D03 GRIETAS POR ASENTAMIENTO	D04 GRIETAS POR HUMEDAD				
D05 GRIETAS Y FISURAS EN UNIÓN DE MUROS					

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS				
código:				
A. DATOS GENERALES		CROQUIS DE UBICACIÓN INMUEBLE		
A1. FECHA DE REGISTRO: 012				
A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Arquitectónico B				
B. DATOS DEL EDIFICIO				
B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:				
B2. NÚMERO DE PLANTAS: 1 planta				
B3. UBICACIÓN				
B3.1. Dirección: Bajada del Vado y calle de la Cruz				
B3.2. No. casa:				
B3.3. Fecha de construcción: No definida				
B3.4. Ciudad: Cuenca				
B3.5. Fecha de restauración: No definida				
B3.6. Uso Inicial: Vivienda				
B3.7. Uso Actual: Vivienda Abandonada				
C. DATOS DEL EDIFICIO				
TIPO DE DAÑOS:				
C1. GRIETA		<input checked="" type="checkbox"/>		
C2. DEFORMACIÓN		<input checked="" type="checkbox"/>		
C3. FISURA		<input checked="" type="checkbox"/>		
C4. DESPLOMO		<input checked="" type="checkbox"/>		
C5. ASENTAMIENTO		<input checked="" type="checkbox"/>		
C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE		<input checked="" type="checkbox"/>		
C7. COLAPSO		<input type="checkbox"/>		
C8. EROSIÓN		<input type="checkbox"/>		
C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES		<input checked="" type="checkbox"/>		
C0. OTROS:				
D. FOTOGRAFÍAS				
VISTA DE FACHADA				
				
código fotografía: DSCF4319		código fotografía: DSCF4320		
D03 FISURAS POR INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES				
				
código fotografía: DSCF4323		código fotografía: DSCF4324		
				
		código fotografía: DSCF4325		

FICHA DE REGISTRO DE DAÑOS

código:

A. DATOS GENERALES

A1. FECHA DE REGISTRO: 013

A2. TIPO DE VALORACIÓN: Valor Ambiental

B. DATOS DEL EDIFICIO

B1. NOMBRE DEL INMUEBLE:

B2. NÚMERO DE PLANTAS: 2 plantas

B3. UBICACIÓN

B3.1. Dirección: Calle de la Cruz y Juan Montalvo

B3.2. No. casa:

B3.3. Fecha de construcción: No definida

B3.4. Ciudad: Cuenca

B3.5. Fecha de restauración: No definida

B3.6. Uso Inicial: Vivienda

B3.7. Uso Actual: Vivienda Abandonada

C. DATOS DEL EDIFICIO

TIPO DE DAÑOS:

C1. GRIETA

C2. DEFORMACIÓN

C3. FISURA

C4. DESPLOMO

C5. ASENTAMIENTO

C6. DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE

C7. COLAPSO

C8. EROSIÓN

C9. INCOMPATIBILIDAD DE MATERIALES

C0. OTROS:

D. FOTOGRAFÍAS

VISTA DE FACHADA



código fotografía: DSCF4331

D03 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE



código fotografía: DSCF4334

D01 DESPRENDIMIENTO DE REVOQUES



código fotografía: DSCF4332

D04 GRIETAS POR ASENTAMIENTO



código fotografía: DSCF4335

D02 GRIETAS EN VANOS



código fotografía: DSCF4333

CROQUIS DE UBICACIÓN
INMUEBLECROQUIS DE UBICACIÓN
DAÑO