
Sistemas sismo resistente de construcción de vivienda utilizando la tierra.

*Dos experiencias modelos construidas en el
Cantón Amulunco de Santiago Nonualco*



*Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima. FUNDASAL.
Centro de Investigación Capacitación y Producción de Materiales Alternativos CPM /
Departamento de Promoción Social. julio del 2001.*

Responsables de la experiencia:

- Asistencia técnica - Ing Delmy de Hércules
 - Arq Wilfredo Carazas
 - Arq Alexander Douline
- Maestros de obra - José Efraín Torres
 - Raúl García Majano
 - Miguel Ángel Sánchez

Plataforma MISEREOR:

- CARITAS Sta Ana - Ing Manuel Morán
- CARITAS Zacatecoluca - Ing José Calderón.
- COIDESAM - Ing Marvin García

- Equipo documentación - Lic Ricardo Portillo
- Audio-visual - Lic Ernesto Martínez

- Coordinación general - Ing Dora Rodríguez.



08 ENE. 2002

- Diagramación y texto : Ernesto Martínez
- Revisión técnica : Delmy de Hércules
- Revisión de estilo : Ricardo Portillo
- Fotografía : Ernesto Martínez
- : Archivo FUNDASAL
- Dibujos : Roberto Solórzano



Agradecimientos a los dueños de las parcelas donde se realizó la experiencia:

- Sr. Julio Antonio Salinas Martínez . Caserío San Nicolás Cantón El Coco Sta Ana.
- Sr. Carlos Serrano Cantón Amulunco Km. 531/2 Santiago Nonualco. La Paz
- Sr. Juan Humberto Ayala Cantón Amulunco Km. 531/2 Santiago Nonualco. La Paz

Esta publicación ha sido posible gracias a la colaboración financiera de MISEREOR de Holanda.

Introducción.

Con los recientes terremotos, se vieron afectados seriamente muchos pueblos y ciudades caracterizados por su herencia colonial. Estas edificaciones hechas en su mayoría de adobes con sus anchas paredes, sus altos frontales y sus pesados techos de teja y madera aserrada fueron, a juicio de muchos, las causantes de las pérdidas humanas. Generando con ello un debate sobre la conveniencia de continuar construyendo con dichos materiales. Igual suerte, aunque en menor escala de daños, corrieron las viviendas de bahareque tradicional que constituían verdaderos monumentos históricos.



En ese marco de controversias y con el objetivo de abonar elementos en favor a la construcción con tierra. FUNDASAL a través de su Centro de Investigación, Capacitación y Producción de Materiales CPM desarrolla en coordinación con la Plataforma de MISEREOR en el país integrada por Caritas de El Salvador, COIDESAM y Fe y Trabajo la edificación dos viviendas modelos de adobe y bahareque aplicando sistemas sismo-resistentes. La experiencia se ejecutó en el Cantón Amulunco del Municipio de Santiago Nonualco, Departamento de La Paz.

La asistencia técnica estuvo a cargo de los investigadores Arquitecto Wilfredo Carazas de nacionalidad peruana, el arquitecto francés Alexander Douline ambos miembros de la *Escuela de Arquitectura de Grenoble* CRATerre y asesores de la agencia MISEREOR y la Ingeniera Delmy de Hércules investigadora del CPM.

En este documento se presentan las consideraciones generales de dicha experiencia a manera de sistematización.

El Bahareque Joya de Cerén: *Una alternativa de construcción de vivienda sismo resistente.*



La construcción de viviendas de bahareque tradicional, ya sea el Españolizado o el ancestral, cayeron en desuso; el primero por altos costos de la madera, pues, en nuestro país es un recurso escaso y estas estructuras requerían grandes cantidades de madera aserrada y de buena calidad.



El segundo compuesto por horcones y vara rústica siempre se ha considerado el símbolo de informalidad o marginalidad, pues los sectores de escasos recursos siempre han encontrado una alternativa en los materiales locales como el Bambú, la vara de Tihuilote, la vara de cafeto, el bejuco de chupa miel entre otros.

El auge en la producción local del cemento y, con ella, de los sistemas mixtos que existen en la actualidad relegan a una baja categoría la construcción de bahareque subestimando su potencial como alternativa para los sectores populares. Y de este modo, se ha desperdiciado los recursos locales renovables como lo es la vara de Castilla, el Bambú y la vara de Huiscoyol, por mencionar algunos, que ha demostrado una calidad muy superior a la madera aserrada de nuestros tiempos.

En 1976 y 1989 se descubre en El Salvador los restos arqueológicos Mayas del periodo Clásico. 500 D.C en el poblado Joya de Cerén; valle de Zapotitán, Departamento de La Libertad. Dentro del conjunto de estructuras encontradas están un complejo de baños saunas, cocinas, salones de reunión y viviendas con paredes de bahareque y otras con paredes moldeadas de barro.





Llama la atención la vivienda de paredes de bahareque por su entramado de vara de Huiscoyol y apoyadas por contrafuertes constituidos por columnas de barro compactado.

Dicho descubrimiento constata que el sistema de bahareque es una técnica ancestral de construcción con tierra que se creía había sido traído por los Españoles a América. Lo que intrigó a los investigadores es el entramado de las paredes de vara y la existencia de columnas de tierra que nos hacen suponer que los constructores indígenas de este periodo ya hacían pruebas de construcción sismo-resistentes.

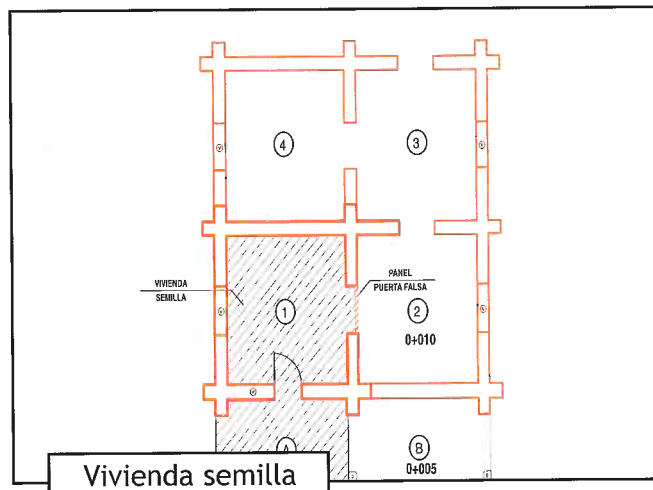
Con base a los descubrimiento de los restos arqueológicos , el investigador Wilfredo Carazas y el CPM desarrollaron el modelo experimental de construcción de Bahareque sismo resistente al que se le ha llamado Joya de Cerén, en alusión al lugar de su descubrimiento.

¿En qué consiste el sistema de El Bahareque Joya de Cerén ?

La característica principal de este sistema lo constituye el entramado o tejido de vara de castilla, apoyado por refuerzos laterales o columnas que hacen de la vivienda una unidad estructural; en donde el tejido a base de vara de castilla se convierte en el esqueleto de la vivienda. Los principales criterios para su construcción son:



1- Diseñar la vivienda como una unidad proporcional



se diseña la vivienda completa correspondiendo a un cuadrado dividido proporcionalmente en 4 partes. En cada cruce de paredes, esquina o acada tres metros como máximo se construye un esfuerzo vertical que consiste en una columna conformada con la misma vara de castilla y es el elemento que sirve de contrafuerte en la pared.

Si se construye la vivienda por etapas (Vivienda semilla) se deben dejar en las esquinas las prolongaciones necesarias para amarrar la futura construcción.

2- Construcción de una fundación y sobrecimiento.

La estabilidad de la estructura comienza con la construcción de una fundación constituida en dos partes. La primera (*El cimient*) está hecha de piedra y mezcla de arena con cemento de una profundidad mínima de 40 cm por 25 cm de ancho.



La segunda parte (*El sobrecimiento*) la constituye una hilada de ladrillo de bloque de 15 x 20 x 40 cm. Esta segunda parte cumple una doble función; por un lado, protege de la humedad y, por el otro, en los huecos se incrustan los refuerzos verticales constituidos por 2 varas de Castilla amarradas que sirven de bastón, a una distancia de 60cm

3- El uso de contrafuertes y entramado horizontal.

En las esquinas de cada módulo se ubican las columnas que servirán de contrafuerte o apoyo lateral. Estas estructuras se hacen de vara de Castilla amarradas a 3 coronas cuadradas de 30cm de hierro de $\frac{1}{2}$ de pulgada distribuidas en lo alto de la vara.



Además de las cuatro varas que conforman las columnas, se agregan en uno de sus esquinas dos varas adicionales tomando en cuenta el ancho de la pared. Estas servirán de soportes donde se amarrarán los refuerzos horizontales. Las columnas se fijan en una zapata de concreto hasta la altura del sobre cimient. Las varas deben quedar con la altura definida según la pendiente del techo.

Antes de iniciar el entramado horizontal, se procede a poner los refuerzos diagonales a la mitad de la altura de las paredes; estas servirán de tensores y se amarran de la base de uno de los bastones a la mitad del otro.



Luego se comienza la trama horizontal amarrando de columna a columna para luego amarrar los bastones y tensores. La distancia de vara a vara es de 8 a 10 cm como máximo.

Las varas horizontales y verticales deben constituirse de una sola pieza tanto en la altura de techos como en el largo de paredes y se debe procurar vara de la mejor calidad.

4- Selección y preparación de la Vara de Castilla.



Existe 5 categorías en la producción y calidad de la vara; La primera constituida por largos de más de tres metros y diámetros en su base de hasta de 3cm y su principal característica es su resistencia y madurez. Las demás categorías son más delgada y con largos menores. Puesto que es difícil conseguir en el mercado varas de primera, es recomendable hacer un proceso de selección y así poder utilizar la de mejor calidad en las estructuras verticales y diagonales.

Para que la vara cumpla su función estabilizadora es necesario eliminar su corteza o cáscara y verificar que no posea picaduras; que no esté carcomida, rajada y sobre todo que no esté quebrada. También hay que determinar su largo útil, pues, las puntas son muy delgadas y no es recomendable usarlas en ninguna estructura.

5- El amarre de la vara y la estructura.



Para que el amarre sea duradero es recomendable usar alambre galvanizado N° 12 y un nudo cruzado al que comúnmente se llama de Mariposa; se debe procurar dejar el corte del nudo al interior para evitar rasguño al momento del embarrado.

Debe amarrarse perimetralmente de manera simultánea en tramos de altura de 50 cm, procurando no quebrar la vara al momento de socar el amarre, pues pierde su resistencia, ya que la vara es hueca y lo más importante no dejar ni una unión sin amarre.



6 Embarrado y preparación de la masa de lodo.

El embarrado se hace perimetralmente de manera simultánea a una altura máxima por día de 50 cm. Se comienza por llenar las columnas para luego colar la estructura de pared iniciándose por los amarres laterales procurando que queden bien compactadas las uniones.

Se debe eliminar la rebabas o sobrantes de la masa al ras de la caña y rellenar en aquellas partes faltantes hasta conseguir un embarrado uniforme.

La masa de lodo la constituye una mezcla de tierra blanca, con barro en una proporción de 3 X 1; se le agrega además zacate picado. Puesto que el lodo solo cumple una función de relleno se puede preparar y usar en el mismo día procurando por supuesto que quede una pasta uniforme.



Debido a que en el Bahareque Cerén las paredes tienen un ancho interno máximo de 6 cm, que es el espesor de las dos varas que sirven de bastón, no se debe agregar al embarrado otro tipo de materiales de relleno como teja y otros porque puede dificultar la compactación del lodo.

7- Protección de pines y coronas de hierro.



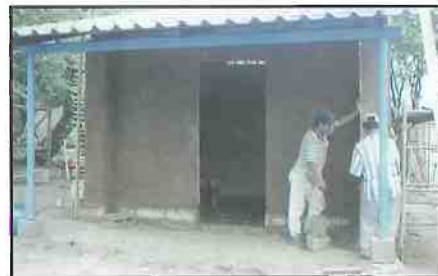
Para la puesta de techo, marco de puertas y ventanas se hace necesario la colocación de pines de hierro; para garantizar su durabilidad se incrustan en una mezcla de arena con cemento o concreto; también las coronas de las columnas se protegen de esta manera.

8- Protección de paredes y columnas. (repello)

El repello de las paredes no solo tiene como objetivo protegerlas de las inclemencias del tiempo; sino también lograr cierta estabilidad. Para ello se utiliza una mezcla de arena con barro en proporción 2x1 y zacate finamente.

Para obtener una buena calidad de repello se debe garantizar lo siguiente:

- 1- Estar lo suficientemente húmeda y libre de residuos o rebabas.
- 2- Se debe trabajar el repello por capas ; es decir, azotar y hacer fajas en la primera y posteriormente hacer un afinado utilizando un codal y plancha de madera.
- 3- Al repello de las columnas precede el corte de salientes de la vara, un pre-repello a base de lodo con zacate
- 4- La mezcla debe constituirse de arena y barro tamizado.



Antes de iniciar el repello se colocan los marcos de las ventanas y puertas. Para proteger la parte inferior de la ventana se hace un botagua de concreto que se moldea antes de hacer el repello.

9 - Construcción de un techo aligerado.

Es importante el diseño de un techo aligerado que garantice un amarre perimetral como solera de coronamiento; y que además de la durabilidad sea de bajo costo.



Tomando en cuenta los aspectos antes expuestos se recomienda emplear vigas de polín C y largueros de varillas de 3/8 de pulgada soldada. Para ello hay que dejar pines 3/8 amarrados al entramado horizontal y a una profundidad de 30 cm; se recubren de concreto para evitar la corrosión. Se colocan a 60 cm de distancia y los salientes deben tener por lo menos 15 cm para soldar la estructura.

Para la cubierta de techo se recomienda utilizar teja romana de micro concreto tipo CPM que además de su bajo costo y calidad es congruente con el ambiente del lugar.



Preguntas de los participantes

¿ Existe otro material que pueda sustituir la vara de castilla?

En otros lugares se ha empleado vara de bambú de una variedad conocida como Brasil, que cuenta con largos aceptables y un diámetro regular entre 3 y 5 cm; también el bambú chino que se puede aserrar, pues cuenta con diámetros de hasta 20 cm. Para el empleo de estos materiales hay que hacer investigaciones en cuanto a su cultivo, cosecha y tratamiento como material de construcción.

En los restos arqueológicos de Joya de Cerén los constructores indígenas emplearon vara de huiscoyol que presenta una excelente calidad y uniformidad en su contextura, sin embargo, hay que hacer análisis, pues, es un material que se desconoce su comportamiento, por haberse perdido la tradición en su empleo.



Para el empleo de otro material local, es necesario considerar que posean largos de por lo menos 3 metros y propiedades estables en sus contextura y forma. Por eso, para este tipo de sistema se descarta el uso de vara de tihuilote, el bejuco de chupa miel, la vara de laurel, pues no cumplen algunos de los requisitos.

¿Cuál es la durabilidad del alambre galvanizado tomando en cuenta que el hierro con la tierra no son compatibles.?

La duración del alambre no se ha comprobado, sin embargo el alambre sirve para dar forma al esqueleto de vara de castilla; cuando este esqueleto ya está relleno la función del alambre pasa a un segundo nivel ya que las varas quedan envueltas en el barro y esto lo mantiene en su lugar, pero dada la incertidumbre que se tiene se están investigando otros tipos de materiales para amarrar.

¿Existen estudios o análisis estructural de este tipo de vivienda.?

Se han realizado estudios únicamente a nivel experimental y está en proceso el análisis estructural de la vivienda.

¿Cuáles son los costos y beneficios con respecto a un sistema parecido a el expuesto.?

En relación al costo, el Bahareque Cerén presenta las siguientes ventajas:

- ***No utiliza madera, esto disminuye el costo de materiales.***
- ***En el proceso constructivo pueden incorporarse todos los miembros de la familia; de esta manera se ahorra los costos de mano de obra calificada.***
- ***La vara de castilla puede ser plantada localmente, lo que puede permitir la disponibilidad del recurso, por tanto, tener mayores posibilidades de construir su vivienda.***

El Sistema de construcción con Adobe resistente

Para empezar :

¿Por qué sucumbieron las viviendas de adobes en los pasados terremotos?

Algunas explicaciones técnicas para ello son las siguientes:

1- Las viviendas de adobes tradicionales están constituidas por paredes de lodo con adobes incrustados; es decir que el grosor de las juntas es igual o a veces mayor que el grosor del adobe. Esto resta resistencia diagonal a las paredes en un sismo.



2 - Paredes extremadamente altas y largas sin refuerzos verticales y horizontales. Esta desproporcionalidad de las paredes también resta resistencia durante un sismo.



4- Cuatrapeado inadecuado y uso de adobes rectangulares.

5- Elaboración de adobes sin materiales que le den estabilidad; así como también sin análisis previo sobre la calidad y plasticidad de sus componentes.

6- Falta de un sobrecimiento que dé la debida protección a la base de la pared.

7- Techos extremadamente pesados por constituirse de teja de barro cocido y grandes vigas de madera aserrada.



8- Falta de una viga de coronamiento.

Además de estas consideraciones técnicas, hay que agregar la antigüedad de las estructuras de las viviendas, y la falta de mantenimiento.

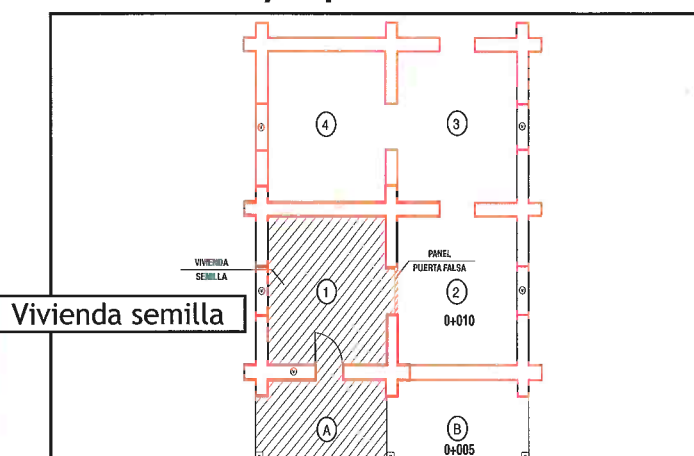
-¿ En qué consiste el sistema de construcción sismo resistente?



Los criterios para el diseño de viviendas de adobes bajo el sistema sismo-resistente son básicamente los siguientes:

- 1- Diseñar la vivienda como una unidad proporcional.

Esto quiere decir que la unidad habitacional debe corresponder a un cuadrado perfecto en donde la distancia de pared a pared o de contrafuerte a contrafuerte deben ser como máximo diez veces el ancho del adobe.



En caso de edificar espacios más amplios es necesario construir contrafuertes a la distancia proporcional establecida. Si se construye la vivienda por etapas (Vivienda semilla) se deben dejar en las esquinas las prolongaciones necesarias para amarrar la futura construcción.

2- Uso de refuerzos verticales y horizontales que den resistencia sísmica a la vivienda.

Además del uso de contrafuertes que dan estabilidad a las paredes largas, se emplea la vara de Castilla como refuerzo central en el ancho de la pared a manera de bastón que se amarra desde el sobre-cimiento; estos refuerzos verticales van a una distancia de 60 cm y en el centro de la pared.

Para los refuerzos horizontales intermedios se utilizan varas de Castilla, ya sea enteras o cortadas a media caña, que se amarran a los refuerzos verticales o bastones. Se colocan a cada 5 hiladas y a la altura de la ventana.





Se incorpora una solera de coronamiento a la altura de la puerta y ventanas. Esta se hace utilizando un bloque de suelo cemento de las mismas dimensiones del adobe. El refuerzo horizontal lo constituye una viga alacrán de tres octavos. Y concreto al 2 : 2: 1.



A partir de esta solera se construye las hiladas faltantes y los mojinetes.

3- La construcción de una fundación fuerte.

La fundación se compone de dos partes: La primera la constituye el cimiento elaborado a base de piedra y mezcla de cemento con arena en proporción 1:5; con una profundidad de 40 cm como mínimo y un ancho de 45 cm, si el adobe es de 30 por 30 por 10.



La construcción del sobre cimiento es la segunda parte de la fundación; se arma del mismo ancho del adobe en forma de canaleta o encofrado a una altura de 20 cm. Esta tiene doble función: por un lado, protege las primeras hiladas de adobes contra la humedad y, por el otro, en ella se amarran los bastones a un refuerzo horizontal compuesta por vara de Castilla.



4- Cuatrapeado o traslape usando mitades.

La mejor resistencia sísmica se obtiene usando adobes cuadrados traslapados al centro. Para ello es indispensable elaborar mitades de adobes. Se deben pegar dejando juntas o sisas horizontales de un espesor de 2cm y las verticales de 2cm; con una mezcla de la misma consistencia o proporción con la que se fabricaron los adobes. Es indispensable humedecer los adobes antes de pegarlos.



5- Elaboración de adobes estabilizados.

La calidad del adobe es importante para lograr la resistencia sísmica. Esta se obtiene seleccionando adecuadamente los materiales locales y haciendo las pruebas necesarias para su fabricación. Veamos algunos aspectos de ellos:

a) Selección de la tierra apropiada.

Se busca tierra limpia, que por lo general se encuentra a unos 30cm de profundidad, pues, las primeras capas son de tierra negra, hojarasca y otros materiales compuesto por desechos orgánicos que no son recomendables para fabricar adobes.



b) Determinar los elementos estabilizantes de la tierra.

Una vez seleccionada la tierra para los adobes, se hace una identificación de la proporción de sus componentes mediante **la prueba de la botella** para luego estabilizarla con el agregado de un material local, que puede ser: Arena, barro, piedra pómez. También se puede emplear estabilizantes químicos como el cemento, la cal, asfalto, entre otros.

Prueba de la Botella

En una botella se agrega 3 partes de agua por 1 de tierra seleccionada; se agita y se deja reposar 45 minutos y luego se determinan la proporción de cada componente. La tierra buena para adobes debe tener al menos la tercera para limo más arcilla.

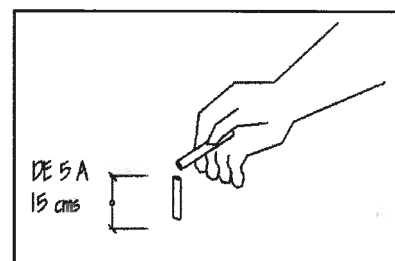
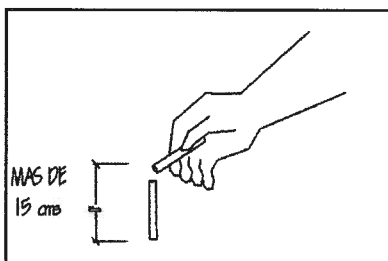
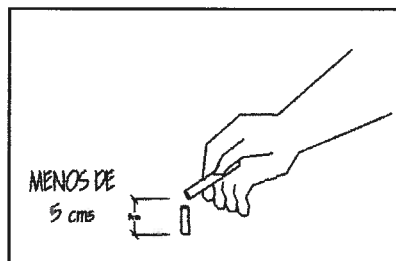
C- Hacer pruebas de plasticidad de la masa de lodo.

Antes de elaborar los adobes, es indispensable hacer algunas pruebas de la masa; para ello la más usada es la prueba del puro o la cinta, ésta consiste en hacer un cigarro de un centímetro de ancho por unos 15 de largo con una masa de tierra con poca agua y observar a que largo se quiebra, así por ejemplo:

Si se quiebra de la punta a una distancia de menos de 5 centímetros hay que agregarle barro

Sí se quiebra a más de 15 centímetros hay que agregar arena.

Si se quiebra entre los 5 y 15 centímetros esta adecuada para elaborar adobes.



d-) El mezclado y batido de la masa para adobes.

Una vez que se ha determinado la plasticidad requerida se procede a mezclar los elementos, procurando queden distribuidas uniformemente. Se apisona para eliminar aquellas piedras medianas y grandes; luego se le agrega agua formando un volcán que se cierra poco a poco para dejarla reposar un día, con ello logramos que las partículas se disuelvan uniformemente y facilite el batido del lodo.



El batido del lodo se hace con los pies y para facilitar el trabajo se puede auxiliar de un azadón. Se bate tantas veces sea necesario, agregando el zacate hasta formar una pasta uniforme.



e) Hechura y secado de los adobes..

Para obtener adobes de buena calidad es indispensable:

1- contar con un espacio plano y soleado .

2- El molde debe estar a escuadra, afinado en su borde interior y reforzado para evitar que se deformen los adobes.



3- Hay que compactar la masa en el molde procurando su colado en la esquinas para obtener aristas y bordes perfectos.

4- Controlar la humedad de la masa; así por ejemplo, si al retirar la gradilla se deforma el adobe tiene mucho agua, por el contrario si se agrieta necesita agua.



5- Después de cada adobe fabricado se limpia el molde con un paño mojado.

6- Para conseguir un adobe apto para el uso constructivo, se debe dejar secar por lo menos 15 días. Se deben voltear de canto después de 5 días para que su secado sea uniforme. No es recomendable apilarlos o trasladarlos antes del periodo definido, pues se perderán muchos en el proceso de manipulación.



6- El diseño de un techo aligerado.

Como hemos señalado anteriormente, en muchas de las viviendas tradicionales de adobes el techo tuvo que ver con el daño de las paredes, porque era costumbre armarlos con vigas de madera aserrada localmente y tejas grandes, además de la cumbrera y mojinetes que sobrepasaban los tres metros de altura.

Una alternativa implementada en el modelo construido en Amulunco lo constituye el diseño de mojinetes a base de quincha fabricada de madera y vara de castilla y una estructura de polín C y cubierta de teja de micro-concreto.

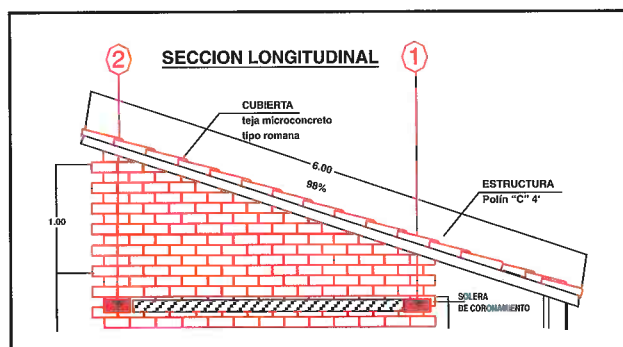
Las piezas de mojinetes se amarran a doble caña en la armazón de madera; esto le permite mayor resistencia de carga.



En lo que respecta a la cumbrera, los refuerzos verticales del marco lo constituyen cuartón permitiendo de esta manera mayor resistencia. El trenzado de vara de castilla se emplea para ventilar en vivienda de dos aguas. En casas de media agua el entramado sirve de soporte para el repello.



Otra alternativa implementada la constituye los mojinetes y cumbrera hechos de adobe; que de acuerdo a las normas vigentes la cumbrera no debe exceder de un metro de la solera de coronamiento. Esto limita su aplicación en la construcción de viviendas de mayor espacio; pues significaría aumentar la altura de la cumbrera creando mayor peso en el techo.



7- Protección de paredes y marco de ventanas.

La humedad y el viento son los elementos que más dañan al adobe; para evitar dilatación, erosiones o desprendimientos de las partículas del adobe, es indispensable protegerlo mediante la aplicación de una capa de repello, a cuya mezcla se agregue algún estabilizante natural o químico.

Tomando en cuenta la accesibilidad económica y la calidad de fijación de los materiales con el adobe, se propone una de las técnicas proporcionada por el Arquitecto Wilfredo Carazas de nacionalidad Peruana.

Esta consiste en colocar una primera capa de mezcla compuesta de arena colada y arcilla como estabilizante en una proporción de dos medidas de arena por 1 medida de arcilla colada. Su aplicación se hace de manera similar al repello con mezcla de arena con cemento. La segunda capa la compone una mezcla de arena fina y cal hidratada

Para la protección del marco inferior de las ventanas, es necesario moldear una cornisa de concreto con su respectiva pendiente que funciona como botagua. Con ello, evitaremos filtraciones y erosión en la pared..

La vida útil de una estructura de adobe, dependerá de la aplicación de los factores técnicos señalados. Pero también del mantenimiento que se le brinde, pues al igual que el hierro o la madera de no protegerlos poseen corta vida.



Preguntas de los participantes:

¿Existen en el país viviendas de adobes construidas con este sistema sismo resistentes que soportaron los recientes terremotos?

1. Casa comunal de la Ceiba de los Muertos en San Vicente. Construida con la asistencia FUNDASAL en 1996.



2- 19 viviendas construidas por el programa obsidiana en las comunidades El Seretal y San Lucas, Departamento de Cuscatlán en 1995.



3- Viviendas construidas en la ciudad de San José Guayabal para ex combatientes de la Fuerza Armada en 1995



4- Viviendas construidas en la Comunidad San Francisco de Ayutuxtepeque, Dpto. de San Salvador.



¿ Se cuenta con otras alternativas para estructura de techo?

En el modelo de adobe construido, se instaló un techo de estructura metálica, porque, tiene las ventajas de ser durable, más barata y accesible en el mercado. De no contarse con energía eléctrica para la soldadura existen técnicas para su amarre mediante pernos. pero se tienen las siguientes opciones considerando la teja de micro concreto como cubierta:

VIGAS:

Madera aserrada
Madera rústica
Bambú

LARGUEROS:

Vara de Castilla
Vara de huiscoyol
Vara de bambú
Regla pacha o madera aserrada

Cada tipo de viga puede usarse con las diferentes opciones de largueros.

¿Cuál es la comparación de costos con otros sistemas:

La vivienda de adobe permite reducir aproximadamente un 20% en el costo de paredes. Si la persona que construirá la vivienda cuenta con los recursos locales para auto producir los adobes y otros materiales que se van a utilizar en el proceso constructivo, además del aporte de mano de obra de la familia, se reducirán los costos significativamente.

¿Cuál es la viabilidad de la quincha?

En algunas viviendas de adobe tradicional se contempla el uso de mojinetes con otros materiales, entre ellos, el bahareque con bambú, láminas, cartón, etc. Este ha sido un criterio acertado pues de alguna manera con ello se aligeraban los techos: Para el caso del uso de la quincha prefabricada además de aligerar el peso de la vivienda, es más durable y permite utilizar pendientes de techo apropiadas, ya que con el sistema de adobe con criterios sismorresistentes la altura de la cumbrera no debe exceder de 1 metro.

La durabilidad de la quincha, dependerá de su protección con repello y el curado de la madera

¿En relación al modelo de Bahareque Cerén, el beneficiario y asistentes opinaron lo siguiente:

- Dado a que la mayoría de los asistentes son agricultores, pueden iniciar la plantación de la vara de castilla para proveerse del recurso localmente y con facilitar la construcción de sus viviendas con este sistema.
- El proceso constructivo es repetitivo y sencillo, lo que hace que sea fácilmente comprendido y lo pueden hacer por sus propios medios, sin necesidad de contratar mano de obra especializada.
- El beneficiario opina que es un proceso que puede desarrollarlo con su familia, ya que sus hijos menores participaron en el proceso de construcción.
- Durante el proceso de pintura de estructura de techo se dio un evento sísmico de considerable magnitud y en ese momento se encontraban 6 personas en diferentes áreas de la estructura, por lo que el beneficiario dijo sentirse muy seguro que el sistema Bahareque Cerén tiene un buen comportamiento ante los sismos.



En relación al modelo de adobe sismorresistente las opiniones de los participantes fueron las siguientes:



- El sistema de construcción con adobe es ya conocido por todos; de lo que se trata es de conocer y aplicar las nuevas técnicas; y lo consideran un sistema fácil de implementar.
- Para construir sus viviendas de adobe no tienen que invertir mucho en la compra de materiales, ya que lo que más utilizan es la tierra y la tienen a su alcance, por lo que piensan que si el sistema de construcción sismo resistente les da seguridad, pueden construir siempre con adobe.
- Las viviendas pueden construirlas poco a poco y siempre quedan amarradas en los contrafuertes, por lo que se siente más seguridad en la construcción.
- Para hacer los mojinetes de quinchá prefabricada se tendría que invertir en la compra de buena madera, ya que la madera de pino que venden en el mercado, en su mayoría es de mala calidad.

ANEXOS:

Listado de participantes durante el proceso de ejecución de los modelos:

Por la Plataforma:

Institución COIDESAM:

Sr. Manuel Vásquez (albañil)
Sr. José Antonio Argueta (albañil)
Sr. Jacinto Segovia (albañil)

Institución Cáritas San Vicente:

Sr. José Luis Renderos (carpintero)

Institución Cáritas Chalatenango:

Sr. Rodolfo Calles (técnico)
Sr. Orlando Pérez Franco

Institución Arzobispado de San Salvador:

Sr. Salvador Díaz Gonzalez (maestro de obra)

Institución Cáritas Santa Ana:

Sr. Manuel Morán

Institución Cáritas Zacatecoluca:

Tuvieron a su cargo toda la organización de los participantes y suministro de agua y materiales.
Sr. Roberto Calderón
Sr. José Antonio Erazo
Sr. Carlos García

Participantes miembros de la Pastoral de la tierra, Cáritas Zacatecoluca:

José Angel Rivas
Martín Serrano
Fidel Ventura
Salvador Ruíz
Gregoria Ventura
Ruperto Hernández
Pablo Serrano
José Romeo Canales
Irma Castro
Jorge Alberto Molina
Fidelina García
Marta Felicia de García
Camilo Ayala

Participantes jornada en Chalchuapa:

Obdulio Flores Calderón
Manuel Limas
Espedicio Mártir Pérez
José Miguel Ramos Martínez
Rogelio Ramírez
Fabián Hernández
Jaime Aldana
Alfonso Orlando Hernández
Francisco Bran

Beneficiarios:

Experiencia Amulunco:
Modelo de adobe - quinchá: Sr. Carlos Serrano

Modelo Bahareque Cerén: Sr. José Humberto Ayala

Experiencia Chalchuapa:
Modelo de adobe: Sr. Julio Antonio Salinas

Participantes por FUNDASAL:

Técnicos del CPM- FUNDASAL:

Dora Elizabeth Rodríguez (coordinadora)
Roberto Ernesto Solórzano (arquitecto)
Delmy Núñez de Hércules (ing. Civil)
José Efraín Torres (albañil)
Miguel Angel Ayala (albañil)

Técnicos de FUNDASAL:

Samuel Villalta (técnico)
Salvador Noé Zelaya (técnico)
Raúl García Majano (maestro de obra)

Equipo de Promoción Social y Capacitación Comunal FUNDASAL:

Ricardo Portillo (coordinador capacitación comunal)
Ernesto Martínez (Escuela de capacitación comunal ECO)
Sr. Manuel Fernández (Promotor social)



FUNDACION SALVADOREÑA DE DESARROLLO Y VIVIENDA MINIMA

Institución Privada de Promoción Humana

San Salvador, El Salvador, C. A.