

## LA RECONSTRUCCION DE GUATEMALA Y EL ADOBE MEJORADO

José Luis Gándara G.,

Guatemala, país que fue afectado por el terremoto del 4 de febrero de 1976, necesita reconstruirse a corto plazo para obtener una regularidad en sus actividades.

Actualmente se encuentran trabajando en la reconstrucción diferentes instituciones nacionales e internacionales. Específicamente en el ramo de viviendas, existe gran interés en ellas por dotar de techo a las 200,000 familias afectadas.

Diferentes métodos de construcción y utilización de materiales se están aplicando en la vivienda mínima, dándose énfasis a la vivienda con paredes de madera o bloques de cemento y cubierta de láminas de zinc o asbesto cemento.

Sin embargo, no se ha introducido el uso del adobe mejorado en las comunidades más afectadas, especialmente porque las mismas están reacias a usarlo debido a los estragos que causó este material en la vida de las personas. También ha sido determinante la falta de promoción en las técnicas adecuadas sobre el uso de materiales con recursos locales.

Por otra parte, después de dos años del terremoto, aún se encuentran comunidades menos afectadas que no han tenido asistencia y orientación para la construcción de viviendas, levantando las paredes por sus propios medios con los sistemas que se conocen en el lugar por tradición.

Es decir, que se están haciendo construcciones nuevas de adobe, con las mismas fallas que fueron decisivas para que las viviendas se destruyeran.

Por esta razón, Cáritas de Guatemala presenta este documento para que se haga una evaluación del método del adobe mejorado, cuyo origen proviene de las experiencias que se han tenido en Perú posteriormente al terremoto del país y poderse aplicar de una forma adecuada.

José Luis Gándara G., Arquitecto  
Jefe del Departamento Técnico  
Cáritas de Guatemala  
Guatemala, Guatemala, C. A.

## a) GENERALIDADES SOBRE EL ADOBE EN GUATEMALA

1. Definición: el adobe es un ladrillo hecho con lodo en moldes rectangulares o cuadrados, secados al sol y luego colocados en hileras, uniéndolos con mortero de cal y/o lodo para formar paredes.
2. Uso del adobe: desde la época de la colonia se ha utilizado el adobe como un sistema tradicional de construcción en obras de servicio público y vivienda.

Conforme ha transcurrido el tiempo, se han empleado los mismos sistemas de su uso, a pesar de que en Guatemala han ocurrido dos fuertes terremotos que han podido servir de escuela para su perfeccionamiento (1773 y 1917-18).

Por desconocimiento de otros materiales, desde ese entonces es que se ha construido con adobe, usando técnicas inadecuadas, a pesar de que ha existido temor en la población guatemalteca sobre los estragos que pueda ocasionar un sismo.

Con el terremoto del 4 de febrero de 1976, se tiene un campo bastante para la investigación y mejoramiento del adobe, tomando en consideración que los análisis pueden profundizarse para obtener una vivienda más segura. Al hacerse una aplicación adecuada, motivará la transmisión del sistema mejorado por generaciones.

### 3. Ventajas y desventajas en el uso del adobe:

#### Ventajas:

- Accesibilidad: se encuentra en el lugar o cerca de la construcción, muy comúnmente.
- Económico: la tierra se obtiene sin costo o a precio bajo.
- Mano de obra barata.
- Buena presentación: no requiere pulimento con aspecto satisfactorio.
- Durable: si se estabiliza, repella y protege contra la humedad y erosión.
- A prueba de fuego,
- A prueba de descomposición y termitas.
- Acústico: no permite la transmisión de sonido a través de las paredes.
- Térmico: mantiene una temperatura constante en el interior de los ambientes, retrasando los cambios de temperatura.
- Popular: accesible a toda la población.

#### Desventajas:

- Estructuralmente sólo trabaja a compresión y su valor de esfuerzo de compresión es bajo.
- No es repelente al agua.
- Peso: el volumen de las paredes da mayor peso que otro material de construcción.
- Supervisión constante en obra: necesaria para obtener más seguridad con sus nuevas técnicas.

- Se puede hacer únicamente en época de verano (en Guatemala llueve cinco meses al año).
- Se requiere mayor tiempo en la construcción de vivienda que otro material.
- Su resistencia a corte y/o tensión es muy baja o nula, por lo que se ve grandemente afectado cuando se producen fuerzas laterales debido a un sismo.

4. Requerimientos estructurales: el adobe presenta poca resistencia a los esfuerzos de corte, tensión y compresión. La resistencia común para el adobe es de 300 a 350 libras por pulgada cuadrada (21 a 25 Kg./cm<sup>2</sup>) de compresión y 50 libras por pulgada cuadrada (3.5 Kg./cm<sup>2</sup>) de tensión o corte.

De igual forma, otros elementos de mampostería tienen poca resistencia a estos esfuerzos como el block de poma y ladrillo de barro cocido, aunque supere a los datos anteriormente expuestos.

Se han ideado sustitutos con otros materiales para absorber estos esfuerzos y dar así una buena resistencia a la estructura. Entre los materiales más comunes que se usan para reforzar paredes de mampostería se encuentran la madera y fibras vegetales.

Esto permite una seguridad a la vivienda temporalmente, ya que se degrada el material en períodos de 5 a 10 años por los agentes de la naturaleza, como humedad, radiación solar y el ataque sistemático de insectos, como termitas.

Cuando los sistemas estructurales de este tipo se han deteriorado, quedan inseguras las viviendas contra sismos porque no se encuentra fuerza que pueda oponerse y se dañan grandemente o se caen, aunque se tomen en cuenta las mejores soluciones técnicas de seguridad.

La técnica más adecuada para que no ocurra esto, consiste en aplicar un elemento resistente a los esfuerzos de compresión, tensión y corte. Hasta la fecha, la mampostería de concreto reforzado es la única adecuada, ya que el concreto es un material pétreo no atacado por insectos y que sirve de barrera a la humedad que oxida el acero.

#### b) LA ALTERNATIVA DEL ADOBE MEJORADO

El programa de adobe mejorado, como solución al problema habitacional de las comunidades rurales del país, se ha estado llevando a cabo como alternativa constructiva, hasta la fecha, en pequeña escala.

Se ha tomado como guía técnica el manual preparado por la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYZA), de Perú, y por el Proyecto Experimental de Vivienda (PREVI), Ministerio de Vivienda-Naciones Unidas, con adaptaciones para nuestro país por el Departamento Técnico de Cáritas de Guatemala.

Las razones técnicas y socio-económicas para la aplicación del sistema más importantes son:

1. Actualmente grandes sectores del altiplano del país que no resultaron afectados por el terremoto y aquellas comunidades afectadas que no han sido atendidas, están construyendo con la misma técnica de adobe que fue decisiva para que las viviendas se destruyeran, por falta de promoción a nivel nacional de una técnica con recursos locales.
2. Económicamente hablando, Guatemala es un país cuyo ingreso per cápita anual oscila entre Q400 y Q600, siendo éste un factor importante para determinar el tipo y área de vivienda que necesita una familia,

Se estima que únicamente el 10% de este valor puede ser utilizado por una persona en la inversión de una vivienda, por lo que al contemplarse 10 años como promedio para amortizar el valor de la misma, no conviene sobrepasar de Q600 el costo de una vivienda para comunidades pobres.

Según experiencias obtenidas con el sistema de adobe mejorado, para construcción de viviendas no se sobrepasa de este rubro en un área cubierta que oscila entre 40 y 50 metros cuadrados.

Contempla la casa dos ambientes de 10 metros cuadrados cada uno y un corredor de 20 metros cuadrados aproximadamente.

3. El sistema permite una transmisión de conocimiento y técnicas por generaciones, ya que la tecnología y recursos locales es aplicable por contar con los medios para ello.
4. La regularidad sísmica de la región es constante y al realizarse la promoción debida en las comunidades para difundir la técnica, hará que la aplicación se incremente. Este punto es determinante para que los riesgos de desastre en las poblaciones disminuya en daños materiales y de vidas humanas.
5. El adobe es un material que se ha incorporado al paisaje, así como no es un material que rompe con el desequilibrio ecológico local, factor que debe tomarse muy en cuenta, sobre todo en el período posterior al terremoto.

El proceso constructivo en el que se requiere material no renovable, con gran cantidad de deforestación ha tenido repercusiones que ya son notorias; dentro de ellas la escasez de agua y el incremento de calor en el ambiente. Con el sistema del adobe mejorado no se está contribuyendo a la alteración de ese desequilibrio.

6. Aparte de los criterios anteriores, se ha tomado como aspecto muy importante, la asistencia técnica y social para que las comunidades pobres no tengan que recurrir a técnicas extranjeras y materiales costosos y así resolver sus propios problemas.

c) EFECTOS CAUSADOS POR LA PROMOCION HASTA EL MOMENTO

Los programas que se han llevado a cabo en las regiones rurales que no cuentan con accesibilidad de vehiculos para el transporte de materiales ha tenido prioridad para la aplicación del método . Se ha experimentado el método en Baja Verapaz, Jalapa, Quiché y Sololá.

A nivel de comunidad se ha detectado que:

1. La organización en grupos para el trabajo de construcción ha permitido el acercamiento de las familias y formar así el medio para motivar que la comunidad realice otro tipo de obras que les beneficia (introducción de agua potable, apertura de caminos, reforestación, etc.).
2. Las ventajas que ha manifestado el sistema para beneficio de la comunidad son:
  - Uso de materiales locales
  - Uso de mano de obra local
  - Sistema económico de construcción
  - Aprendizaje sencillo de construcción
  - Durabilidad y seguridad
  - Adecuación al entorno físico y ambiental
  - Seguimiento del sistema

En Baja Verapaz, se ha desarrollado un programa de 160 casas de adobe mejorado, luego de concluirse 25 viviendas. El Arquitecto Kurt Rhyner P., quien estuvo a cargo de la ejecución del mismo como representante de Cáritas, realizó una evaluación sobre el beneficio que se aportó a la comunidad.

Las conclusiones a las que llegó fueron:

(a) Costo promedio de materiales (por casa)	Q 398.64
* Transporte	60.48
	<u>459.12</u>
* Trabajo de los albañiles-animadores	178.65
* Aporte de entidad promotora del proyecto	
TOTAL	Q637.77

(b) El costo de mano de obra aportada por el beneficiario fue:	
Contribución del beneficiario (promedio de 283 días, a Q1.50 diarios)	Q 424.50
La pérdida de ingreso durante la construcción, a base del salario anterior y tomando en cuenta el tiempo que hubiera ganado el beneficiario	Q 216.54

(c) El costo de la casa para el beneficiario fue:		
Materiales		Q 398.64
Pérdida de ingreso durante construcción		216.54
		<u>Q 615.18</u>

(d) Plusvalía y valor de la casa terminada:		
Materiales		Q 398.64
Costo transporte		60.48
Mano de obra calificada		178.65
Aporte mano de obra beneficiario		424.50
Total valor de la casa		<u>Q1,026.27</u>

(e) Relación costo/beneficiario:		
<u>Punto de referencia</u>	<u>Costo 1 casa</u>	<u>Costo m<sup>2</sup></u>
Beneficiario	Q 615.18	Q 12.48
Valor real	1,062.27	21.55

(f) Destino de los fondos invertidos:		
	Porcentaje	Tipo de material
Compra local	66.7%	Piedra, tierra, cal, arena de río
Compras nivel nacional	11.0%	Madera, cemento
Importaciones de naciones en desarrollo	17.4%	Lámina, hierro, gasolina
Importaciones de naciones industrializadas	4.9%	Aparatos y maquinaria pequeña

(g) Personas o entidades que recibieron los fondos:	
Particulares o pequeñas industrias	58.5%
Empresas estatales (INAFOR)	9.0%
Compañías con capital nacional	9.3%
Compañías con capital extranjero	23.2%

\*\* Q1.00 (un quetzal) = \$1.00 (un dolar)

3. En pocos casos, personas que no estén comprendidas en los programas con el sistema, han tratado de aplicarlo en la construcción de su vivienda, ya que es necesario que se le proporcione asesoría técnica adecuada.

4. El proceso de aprendizaje en las comunidades requiere de dos a tres meses y no se cuenta con la difusión y medios para que se realice a nivel nacional, ya que entidades que se interesen en colaborar desconocen hasta la fecha la técnica.

Se encuentran muchas comunidades que aún no conocen el sistema y no tienen accesibilidad al método por carecer de personal que promueva las ventajas del proceso constructivo.

Cuando las comunidades cuentan con una persona para que les enseñe el método, se entusiasman y están anuentes a construir con adobe mejorado.

A nivel institucional se ha detectado que:

1. Desde diciembre de 1976, se presentó al Comité de Reconstrucción Nacional (entidad coordinadora del Gobierno de la reconstrucción), la alternativa del adobe mejorado para ser difundida y promocionada a nivel nacional.

El resultado de la promoción por medio del Comité de Reconstrucción Nacional no ha tenido impacto, ya que se requiere de normas técnicas que respalden la promoción.

Las normas técnicas de construcción que se utilizan en Guatemala tienen que ser avaladas y experimentadas por el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala para ser aprobadas como Ley Nacional y entrar en el marco de utilización.

2. El presupuesto del Centro de Investigaciones es reducido y no está en capacidad para financiar los experimentos necesarios para que se apruebe el método. Se requiere de aproximadamente Q22,000 para realizar las pruebas, aparte del aporte del Centro de Investigaciones que consiste en equipo y personal.
3. Del 31 de marzo al 3 de abril de 1977, se llevó a cabo un seminario sobre tecnología apropiada, auspiciado por CEMAT (Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada). En dicho seminario hubo la oportunidad de exponer, analizar y evaluar las técnicas constructivas que las entidades colaboradoras de la reconstrucción estaban utilizando en el área rural. El resultado de mejores técnicas constructivas que en base al diseño, seguridad sísmica, costo, participación popular para 18 sistemas constructivos en orden de aceptación fue:

(a) bajareque con techo de paja; (b) adobe mejorado con techo de teja; (3) bajareque con techo de zinc,

Los resultados obtenidos se dieron a conocer a todas las entidades y aún no se observa que se haya optado por el tipo de vivienda que presenta mejores condiciones a las localidades.

4. Actualmente trabajan en la reconstrucción del país, 82 entidades de servicio y todo el aparato gubernativo; de éstas solamente se conoce que Cáritas, OXFAM, Alianza Juvenil e IDESAC se han interesado en impulsar una tecnología apropiada en las comunidades rurales con adobe mejorado y bajareque, a pesar de los resultados del seminario antes mencionado. A nivel gubernamental, únicamente se conoce del aporte brindado por INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad) para la difusión del adobe mejorado como técnica constructiva.
5. A nivel bancario, ha sido difícil proveer de créditos a los campesinos que deseen construir con esta técnica, ya que no tienen éstos (BANDESA y BANVI) el aval técnico del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Sin embargo, la necesidad y demanda ha sido muy alta y BANDESA (Banco Nacional de Desarrollo Agrícola) ha estado capacitando a sus promotores para que conozcan la técnica y así proveer de créditos a los campesinos que cuenten con la asesoría necesaria. Sin la asesoría técnica es difícil que provean de créditos bancarios.

d) ANALISIS TECNICOS QUE SE REQUIEREN PARA SU EVALUACION

La coordinación con el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, ha permitido la realización de un programa de actividades para estudiar y evaluar las características y ventajas del sistema.

El contenido es:

Análisis de investigación en el laboratorio, con diferentes alternativas de diseño.

1. Propiedades físicas y mecánicas del adobe:

El trabajo de investigación comprende:

- Fabricación de adobe en laboratorio. Dos tipos:

- Adobe de 38x38x8 cms.
  - Adobe de 30x60x10 cms.

- Muestreo de adobe de diferentes regiones:

- Baja Verapaz
  - Zacapa
  - Chimaltenango
  - Sololá

Estas muestras estarán sometidas a:

(a) Propiedades físicas: medida, peso, densidad del adobe, porcentaje de absorción, etc., permeabilidad.

(b) Propiedades mecánicas: compresión, flexión, corte.

- Tipos de mortero: capacidad de adherencia y fricción de los siguientes morteros:

Barro corriente

Barro con 1/5 de cemento

Mezcla de cal y arena

La adherencia y fricción se hará conjuntamente con el adobe.

- Estudio de muros de adobe:

Después de elegir el adobe que presente mejores propiedades, se usará éste para las pruebas siguientes:

(a) Pruebas de compresión encétrica en muros a escala natural (24 análisis)

Los morteros que se usarán en las pruebas serán:

Barro corriente

Barro con 1/5 de cemento

Mezcla de cal y arena

Alternativas de refuerzo con el adobe escogido:

Adobe sin refuerzo

Solera superior intermedia y de humedad con 2Ø 3/8" y 4 hilados de 2 alambres espigados. Columna de 2 Ø 3/8" cada 3 metros.

Adobe con solera superior de concreto con 2Ø 3/8 y 42 hiladas de adobe.

6 hiladas de 2 alambres espigados cada 4 adobes.

(b) Pruebas de corte en muros a escala natural: (idénticas soluciones de muros a las pruebas de compresión, 24 en total)

(c) Ensayos adiciones en muros a escala natural:

Esfuerzos básicos de compresión en prismas.

Esfuerzos básicos de corte en prismas.

(c) Mesa vibradora: se construirá para simular sismos en módulos habitacionales a escala natural (ver manual adjunto).

(d) Comportamiento dinámico de muros: provocado por la simulación de un sismo en mesa vibratoria.

Se escogerán tres alternativas de construcción de módulos habitacionales conforme a los anteriores. El módulo consiste en un ambiente de 3x3 Mts., con características similares de una habitación, en el que se escogerán las mejores soluciones constructivas con el adobe y los elementos de unión.

e) OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN PARA SU APLICACION

Difusión del método: el objetivo principal que se persigue con la aplicación del método es la difusión a nivel nacional del adobe mejorado para obtener un incremento en la calidad del sistema constructivo para comunidades pobres y del área rural del país.

1. Legalización del sistema: como resultado del análisis que realice el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, se desarrollará la promoción con el apoyo de las entidades gubernamentales y privadas del país, ya que se contará con las normas de diseño adecuadas.
2. Creación de normas de diseño: con el debido apoyo del Estado, las municipalidades crearán sus reglamentos de construcción y establecerán los requerimientos mínimos con técnica adecuada.
3. Apoyar créditos bancarios: debidamente aprobado a nivel nacional, los bancos apoyarán libremente los créditos que necesiten los campesinos para construir con el sistema de adobe mejorado.
4. Incremento de productividad local: el uso de recursos locales lógicamente incrementará la ocupación y el ingreso per cápita aumentará, disminuyendo en alto grado la dependencia de recursos importados.

f) MANUAL DE ADOBE MEJORADO

Ver folleto adjunto.