

136
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EVALUACION DE UN PROYECTO DE REFUERZO
SISMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE
EN EL ESTADO DE GUERRERO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JAVIER DE JESUS SAN VICENTE SUAREZ



México, D. F.

2015 CON
FALLA DE ORIGEN

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

I)	INTRODUCCION	1
II)	ANTECEDENTES	
II.1)	DATOS GENERALES DEL ESTADO	6
II.2)	SISMICIDAD	11
II.3)	MUNICIPIO DE AYUTLA	23
II.4)	DATOS GENERALES DEL ADOBE	26
II.5)	FALLAS MAS COMUNES Y SUS CAUSAS	30
III)	ANALISIS DE FACTIBILIDAD DE DIVERSAS OPCIONES DE REFUERZO	
III.1)	INTRODUCCION	43
III.2)	CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS EN AYUTLA	46
III.3)	METODOS DE REFUERZO SISMICO	51
III.4)	COSTOS	76
III.5)	RESUMEN	100
IV)	PLANEACION, ORGANIZACION Y PROMOCION DE LOS TRABAJOS	
IV.1)	INTRODUCCION	105
IV.2)	PLANEACION	107
IV.3)	PROMOCION COMUNITARIA	113
IV.4)	ORGANIZACION, DIRECCION Y CONTROL	115
IV.5)	FINANCIAMIENTO	121
IV.6)	CAPACITACION PERMANENTE Y MANUAL DE AUTOCONSTRUCCION	126
V)	CONCLUSIONES	131
	BIBLIOGRAFIA	135

CAPITULO I

INTRODUCCION

Desde los tiempos antiguos, la vivienda ha sido la construcción básica para el hombre, pues sin ella no hubiera podido guarecerse de los fenómenos naturales y de una serie de peligros a los que estaba expuesto en la intemperie. Con el tiempo, sus características de construcción, funcionalidad, tamaño, distribución y estética, han ido evolucionando hasta dar lugar a lo que hoy en día conocemos.

La Ingeniería Civil y la Arquitectura han avanzado tanto hasta hoy día, que se nos hace difícil pensar que actualmente puedan realizarse obras en cuyo diseño y construcción jamás intervienen profesionales, sin embargo esto es una práctica común, lo que trae como consecuencia construcciones faltas de solidez y durabilidad. La seguridad en dichas construcciones es un asunto de prioridad absoluta puesto que las estadísticas muestran que en zonas de intensidad sísmica media a alta en todo el mundo, mas del 90% de la población vive y trabaja en tales construcciones y que la gran mayoría de pérdidas humanas en terremotos se debe al colapso de dichas estructuras (Ref. 4). En países subdesarrollados esto es muy frecuente debido al alto costo de los materiales de construcción a los que gran parte de

la población no tiene acceso y a la total falta de conciencia respecto de la seguridad estructural en la vivienda. Por lo mismo, en México mas del 70% de las viviendas han sido construidas con materiales locales, empleando los recursos disponibles y utilizando como mano de obra a los mismos usuarios. Esto da por resultado viviendas estéticas que se ajustan a los patrones culturales de cada región y que se adecúan al clima del lugar pero con serias deficiencias de seguridad.

Existe, dadas las condiciones anteriores, una gran variedad de viviendas, construidas de acuerdo a los materiales disponibles en cada región. Podemos encontrar casas hechas principalmente de adobe, tabique, madera, concreto reforzado y mamposteria en general. En el medio suburbano es muy común encontrar viviendas estructuradas con varios materiales a la vez, lo cual puede provocar un mal comportamiento estructural de las mismas al presentarse un sismo. En nuestro país el material más utilizado para vivienda rural dentro de la zona clasificada como de alto riesgo sísmico es el adobe.

El principal problema que presenta la mayoría de las casas de adobe, es que no han sido diseñadas para resistir fenómenos naturales tales como sismos, ciclones, inundaciones, etc., por lo que el material puede llegar a tener un comportamiento inadecuado

al presentarse dichos fenómenos, aunado al serio deterioro que el intemperismo provoca a éstas viviendas con el paso del tiempo. Si a esto se añade el hecho de que dichas viviendas carecen de iluminación, ventilación, y una delimitación de espacios básica, resulta que gran parte de la población rural del país vive en casas inseguras y carentes de funcionalidad e higiene.

Existen varios estudios al respecto, los cuales concluyen que, en primer lugar, las principales causas de colapso en viviendas de éste tipo son las pobres propiedades mecánicas de los materiales empleados, el intemperismo y los defectos de estructuración. Existen también diversos métodos de refuerzo aplicables a las viviendas de adobe, resultado de investigaciones en distintos países, con los que se aumenta considerablemente la seguridad estructural de las construcciones. Estos métodos varían en técnicas, materiales y por supuesto, costos, por lo que a cada país o región corresponde determinar cuál es el más conveniente de acuerdo con sus recursos tanto materiales como humanos. La idea fundamental es aumentar la seguridad a un bajo costo.

Es por eso que el presente estudio se ha enfocado a una zona específica del país en el Estado de Guerrero. Se ha escogido éste Estado, ya que tiene una gran población viviendo en casas de adobe y se encuentra dentro de la zona de mayor riesgo sísmico

del país. De hecho, estudios recientes revelan que es muy probable la ocurrencia de movimientos sísmicos muy fuertes en la costa de Guerrero para ésta década.

La idea es evaluar algunas de las opciones de refuerzo que más parezcan adaptarse a las condiciones de la zona, así como tomar en cuenta todos los elementos "no técnicos" que puedan intervenir en el problema y, con ello, implantar un plan de ejecución eficiente a corto plazo. Para poder hacer una buena evaluación y tomar decisiones acertadas, es indispensable no perder de vista que se trata de viviendas y poblaciones que se encuentran aisladas completamente de los beneficios económicos, tecnológicos y culturales que la vida moderna ofrece y por ello el arraigo a las costumbres y tradiciones locales es absoluto. En consecuencia, debe de contemplarse dentro del proyecto una etapa de promoción exhaustiva, información y educación en la conciencia de vivir mejor, para convencer a la población de que con una mínima inversión se pueden reforzar sus viviendas contra sismo y de la necesidad y beneficios de llevar al cabo dicho refuerzo. La cooperación de la comunidad en todas las etapas del proyecto es fundamental para obtener óptimos resultados.

El problema a resolver tiene su origen desde la construcción misma de las viviendas, por lo tanto es necesario también

promover algunas recomendaciones y modificaciones sencillas, tanto al manejo de materiales como a los métodos tradicionales de construcción en la región, de manera accesible a todos los niveles, cimentando así las bases para la futura construcción de casas sólidas y durables.

El objetivo final es acabar con el problema de falta de seguridad en viviendas de adobe a corto y largo plazo, tomando en cuenta las condiciones naturales, materiales y humanas imperantes en la zona. Los resultados de éste trabajo serán aplicables sólo a la región evaluada, sin embargo, pueden extrapolarse a otras regiones en el mismo Estado o a otros Estados de la república, si se consideran las variantes que existan en cada caso.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

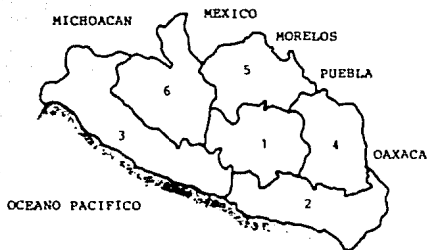
2.1. DATOS GENERALES DEL ESTADO.

2.1.1 Situación Geográfica.

El Estado de Guerrero se encuentra situado al sur de la República Mexicana. Por ser Estado litoral, su altura mínima es de cero metros sobre el nivel del mar y su altura máxima es de aproximadamente 3000 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los Estados de México y Morelos, al noroeste con el Estado de Puebla, al este con Oaxaca, al noroeste con Michoacán y al sur con el océano Pacífico. Abarca una superficie de 63,794 km². lo cual representa un 3.3% del territorio nacional y lo lleva a ocupar el 14o lugar en tamaño respecto de los demás Estados.

Su territorio se agrupa en 7 regiones que son: Región Tierra Caliente, Región Norte, Región Centro, Región Montaña, Región Costa Grande, Región Costa Chica y Región Acapulco (fig. 2.1.1).

Guerrero cuenta con una fisiografía muy compleja y si bien es cierto que más de 95% de su territorio es atravesado por la sierra Madre del Sur, encontramos también otros paisajes que han



- 1.- EL CENTRO
- 2.- LA COSTA CHICA
- 3.- LA COSTA GRANDE
- 4.- LA MONTAÑA
- 5.- EL NORTE
- 6.- LA TIERRA CALIENTE

FIG. 2.1.1 ASPECTO GENERAL DEL ESTADO DE GUERRERO

sido clasificados de la siguiente manera:

- Planicies litorales: Es una franja cuya anchura varía entre los 10 y los 25 km. y que se extiende a lo largo del litoral del Pacífico.
- Lomeríos de la vertiente del Pacífico: Es el área intermedia comprendida entre las planicies litorales y la sierra Madre del Sur.
- Sierra Madre del Sur.
- Cuenca del río Balsas: Localizada entre la Sierra Madre del Sur y las llamadas Sierras del Norte.
- Sierras del Norte: Marcan la colindancia con los Estados de México, Morelos y Puebla.

La hidrografía del Estado consta de tres regiones hidrológicas importantes que son: la del Río Balsas en la que se encuentra la planta hidroeléctrica de "El Caracol", la de la Costa Chica con ríos que corren de la Sierra Madre del Sur hacia el océano Pacífico y la de la Costa Grande situada al suroeste del Estado.

Guerrero presenta dentro de su territorio una diversidad de climas, pero en términos generales el clima predominante en la entidad es cálido sub-húmedo, con una estación seca de 4 a 6

meses de duración y una temperatura promedio que oscila entre los 22.3° C como mínimo en el mes de diciembre y los 26.2° C como máximo en el mes de mayo.

En 1986 contaba con 2'682,749 habitantes y se estima que en 1993 contará con 3'210,733 hab. El 43% de su población es rural y el 57% urbana la cual se concentra principalmente en 8 ciudades que son: Acapulco, Chilpancingo, Iguala, Taxco, Zihuatanejo, Tlapa, San Marcos y Ometepec.

2.1.2 Infraestructura y economía.

La economía del Estado tiene una tendencia de crecimiento desigual, pues se presenta una concentración en la inversión y una disparidad aguda sectorial y regional. Debido a que en el Estado aun se practica la siembra para el autoconsumo, la agricultura emplea a un gran número de la población económicamente activa, generando una cuota mínima al Producto Interno Bruto Estatal (PIBE). Por otro lado, el sector servicios, directamente vinculado al turismo, genera cerca del 70% del PIBE, empleando un número proporcionalmente mucho menor de dicha población (Ref. 16).

En materia Industrial, los datos más recientes indican que

del total de establecimientos registrados, mas del 80% corresponde a microindustrias (tortilleras, panificadoras, talleres de costura, etc.), y tan solo el 2.5% pertenece a la mediana y gran industria representada principalmente por plantas generadoras de energia eléctrica. Se manifiesta un grave receso industrial, sobre todo si se considera que del total de la producción de energia eléctrica el 86% se envía para el consumo del Distrito Federal.

La industria de la construcción en cambio, ha presentado ultimamente un incremento ligado al desarrollo de centros turisticos, a la demanda de edificios de interes social en las principales ciudades y a la creación de caminos.

La planta agroindustrial del Estado se concentra en tan solo 4 ciudades que son Acapulco, Chilpancingo, Iguala y Taxco. Cabe señalar que el 70% de los establecimientos agroindustriales tiene un nivel artesanal.

En lo que se refiere a comercio, podemos decir que el 80% de los establecimientos registrados, son pequeños comercios dispersos en el medio rural y suburbano. El problema que ahora se presenta debido a deficiencias en el abasto y control de precios, es que el Estado exporta productos que se requieren internamente

e importa la mayor parte del consumo de los principales centros turísticos y urbanos.

Guerrero cuenta con una red de caminos que lo comunican con el Distrito Federal y los Estados de México, Morelos, Oaxaca y Michoacán. Internamente se comunican las ciudades de Acapulco, Iguala, Taxco, Zihuatanejo y Chilpancingo principalmente. Tiene además dos aeropuertos internacionales en las ciudades de Acapulco y Zihuatanejo y dos puertos de altura: Acapulco y Lázaro Cárdenas..

Como se puede apreciar, es escasa la infraestructura industrial con que se cuenta en el Estado. Para alcanzar un equilibrio se trabaja en base al turismo de tal manera que el campo produzca lo que las zonas urbanas y el turismo demanden, incrementando el valor de dicha producción a través de determinado grado de industrialización. Al respecto existe apoyo federal y estatal por medio de la promoción a la industria.

2.2 SISMICIDAD

2.2.1 Datos Generales (Ref. 11).

De acuerdo con la zonificación sísmica hecha por Gutenberg y

Richter, la tierra queda dividida en tres macrozonas: Cinturon Circumpacifico, Cinturon Alpino y Zona de Baja Sismicidad. Esta zonificación desde el punto de vista sísmico se basa en las características geotectónicas de la tierra y refleja en cierta forma la sísmicidad local. Se denomina "Cinturon Circumpacifico" a la zona relativamente angosta que rodea al Océano Pacifico, extendiéndose desde Nueva Zelandia hasta Chile, abarcando toda la costa oeste del continente Americano, siendo notable en el mundo por su gran actividad sísmica.

Atendiendo también a sus características geotécnicas, F. Mosser divide el territorio de la República Mexicana y las zonas continentales y marítimas adyacentes, en varias provincias sísmicas de acuerdo con la figura 2.2.1, en la cual puede apreciarse que parte del país pertenece al Cinturon Circumpacifico, mientras que las áreas 10, 12, 15, 16, y 17, pertenecen a la zona de baja sísmicidad de la tierra. En particular, el Estado de Guerrero queda comprendido dentro del Cinturon Circumpacifico.

En lo referente a temblores, J. Figueroa divide a la República Mexicana en tres zonas: Zona de sismos frecuentes, Zona de sismos poco frecuentes y Zona de sismos raros o desconocidos (figura 2.2.2).

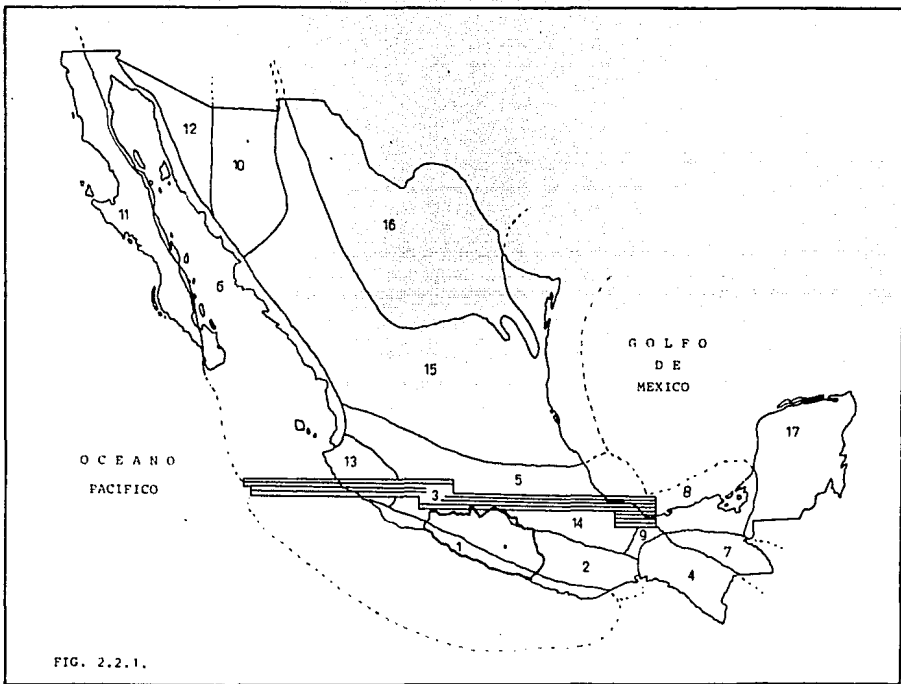
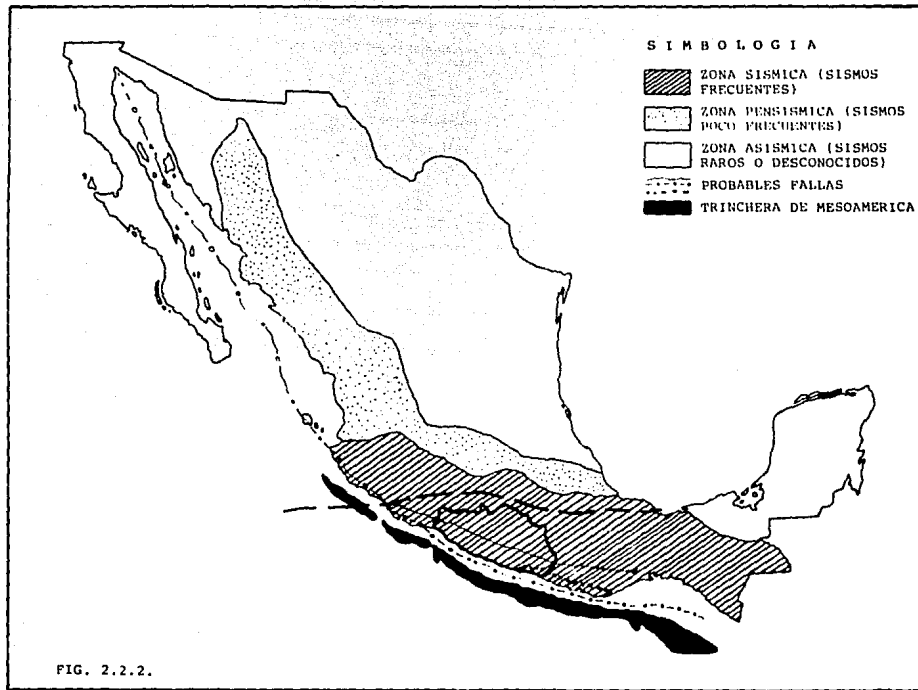


FIG. 2.2.1.



En la primera de estas zonas, esta comprendido en lugar preponderante el Estado de Guerrero, zona de gran importancia sísmica de acuerdo con los datos estadísticos e históricos que existen y que están indicados en forma explícita en la carta sísmica del Estado, y en los mapas isosistas (zonas de igual intensidad) preparados por el Instituto de Ingeniería dentro del programa de regionalización sísmica de México.

En la carta sísmica de la República Mexicana, se presentan también las probables fallas que existen en el país. En el Estado de Guerrero, por su importancia, pueden señalarse las siguientes (ver figura 2.2.2):

a) Una falla continental que atraviesa el río Balsas y que comprende desde los límites del Estado de Oaxaca hasta los límites del Estado de Michoacán, pasando cerca de Chilpancingo.

b) Una falla continental mas corta que comienza en Acapulco, continúa por Tecuanapa y sale del Estado de Guerrero después de tocar Omotepec, para internarse en el Estado de Oaxaca por Pinotepa Nacional.

c) La falla del Pacífico asociada con la trinchera de

Mesoamérica que aparece frente a Zihuatanejo, Acapulco y sigue paralela a la costa hacia el Golfo de Tehuantepec.

Todas estas fallas forman parte de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), la cual es descrita a detalle por F. Mooser.

Es posible afirmar que en la superficie del Estado de Guerrero no hay un solo lugar libre del efecto Macrosísmico, ya sea por movimientos originados en el Estado, en focos marinos frente a sus litorales o los que provienen de otros Estados inmediatos a sus límites fronterizos, muchos de ellos originados en las fallas anteriormente citadas.

Con objeto de destacar la importancia sísmica del Estado de Guerrero, basta citar que ... " en lo referente a temblores con origen a poca profundidad, la sísmicidad de la región central de la costa mexicana del Pacífico, es la más alta del Hemisferio Occidental"... (Referencia 11).

La aseveración anterior queda justificada debido al número de temblores registrados, por ejemplo, de 1940 a 1971. En dicho periodo se registraron 1735 movimientos de magnitud 3 ó mayor. Si sólo consideramos aquellos de intensidad superior a V (M.M.) se cuentan 718, o sea, un promedio superior a diez por año.

En la tabla 2.2.1, se indican los temblores registrados en el sismógrafo, ocurridos en el periodo mencionado y cuya intensidad fué superior al grado V (M.M.). Estos datos han sido tomados de la referencia 11.

2.2.2 Red acelerográfica de Guerrero.

Como es sabido, el estudio de sismos en el mundo no ha llegado a un avance tal en que se pueda predecir con exactitud el lugar y la fecha en que va a ocurrir tal fenómeno. Sin embargo, se han identificado zonas sísmicas en el mundo en las que no se han presentado movimientos fuertes en un periodo relativamente largo, a las que se denomina "Brechas Sísmicas" o "Tramos de Quietud". Una vez identificada la brecha y conociendo los datos acerca de la sísmicidad de la región, se pueden llegar a determinar zonas en las cuales existe una probabilidad alta de ocurrencia de macrosismo a corto plazo, debido a la acumulación de energía durante mucho tiempo y a la observación de periodos de recurrencia.

Con base en esa teoría, en 1982 se propuso, como parte de un programa internacional para registrar movimientos fuertes en campo, la instalación de redes de acelerógrafos en las zonas

Magnitud Richter	4 a 5	5.1 a 6	6.1 a 7	7.1 a 7.7	7.8 a 8.5
Intensidad Mercalli	V - VI	VII	VIII	IX - X	XI - XII
a) Localizados en Guerrero.	160	23	14	2	1
b) Localizados en el mar frente a Guerrero.	390	76	18	6	0
c) Localizados proximos a los límites de Guerrero.	66	10	2	1	0
T O T A L	616	109	34	9	1

Tabla 3.0.1. TEMBLORES REGISTRADOS EN GUERRERO ENTRE 1941 y 1971 CON INTENSIDAD MAYOR A V M.M.

cercanas a tramos de quietud identificados en todo el mundo (Ref. 5). Al registrar los movimientos telúricos en zonas cercanas a su epicentro se pueden identificar ciertas características que nos ayudan a comprender mejor su origen y comportamiento. Se consideró a la costa oeste de México como uno de los seis tramos de quietud más factibles en el mundo para la aparición de un sismo fuerte a corto plazo, por lo que se instaló una red en esta zona.

La instalación de la red concluyó en 1985 y ésta consta de 30 acelerógrafos digitales para registrar movimientos fuertes en el Estado de Guerrero y Estados vecinos. La red fue diseñada para registrar acelerogramas de sismos importantes en la denominada "zona de subducción" de la costa oeste de México (se llama movimiento de subducción a la penetración de la Placa de Cocos por debajo de la Placa Norteamericana. Fig 2.2.3). Durante los cinco años en que la red ha estado funcionando, se han registrado un gran número de sismos de intensidad moderada en su mayoría, cuyos datos se resumen de la siguiente manera:

- a) 75 acelerogramas correspondientes a 39 sismos en 1985.
- b) 83 acelerogramas correspondientes a 48 sismos en 1986.
- c) 118 acelerogramas correspondientes a 47 sismos en 1987.
- d) 119 acelerogramas correspondientes a 52 sismos en 1988.

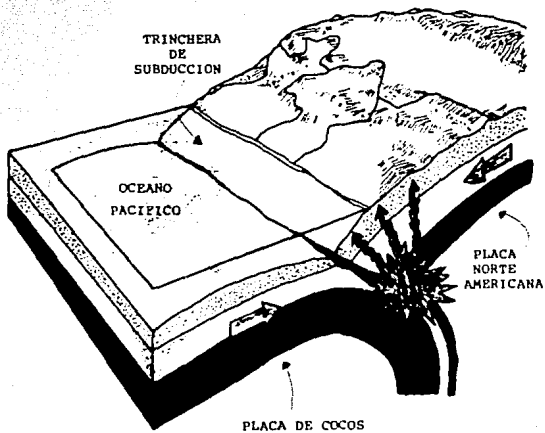


FIG. 2.2.3 PENETRACION DE LA PLACA DE COCOS BAJO LA PLACA NORTEAMERICANA

e) 217 acelerogramas correspondientes a 77 sismos en 1989.

El manejo cada vez mas eficiente en la operaci3n de la red ha contribuido para obtener un mayor n3mero de acelerogramas para cada sismo. La magnitud de estos eventos varia desde menos de 3 hasta mas de 8 grados. Evidentemente los datos obtenidos por los aceler3grafos representan una invaluable fuente de informaci3n para el estudio de los sismos y sus caracteristicas en la regi3n.

En la costa oeste de M3xico existen tres importantes tramos de quietud que pueden generar sismos fuertes. Estos son el de Oaxaca, el de Guerrero y el de Michoac3n. En 3stos tres tramos no se habia producido un sismo en mucho tiempo, lo cual los catalogaba como zonas de muy probable ocurrencia de sismo a corto plazo.

En el tramo de quietud de Oaxaca se present3 un sismo en noviembre de 1978, fallando el tramo en un gran porcentaje de su totalidad, lo cual redujo la probabilidad de pronta ocurrencia de un movimiento fuerte en la zona.

En el tramo de quietud de Michoac3n no se habia presentado un sismo en 80 a3os, por lo menos antes de 1980, pero un sismo registrado en octubre de 1981 fall3 una tercera parte de la

totalidad del tramo, implicando que las dos terceras partes restantes se agotarían muy probablemente en otro sismo. Finalmente, con los sismos de septiembre de 1985 fallaron las dos terceras partes restantes del tramo de Michoacán, demostrando la validez de la hipótesis de brechas sísmicas para anticipar la localización de futuros movimientos fuertes a corto plazo.

En el tramo de quietud de Guerrero ocurrieron siete movimientos fuertes entre 1899 y 1911. De acuerdo con los datos que se conocen, el momento total de estos eventos fué de cerca de 22×10^{27} dina-cm (el momento sísmico es un parámetro importante para caracterizar el "tamaño" de un sismo y depende de la rigidez del medio, del área de ruptura y del corrimiento promedio. Ref. 6). Es de esperarse que se repitan sismos en el mismo lugar que estos primeros, a corto plazo. Considerando que un sismo de magnitud 8 corresponde a un momento de cerca de 10×10^{27} dina-cm, y que eventos menores contribuyen a un momento mucho menor (por ejemplo, un sismo de magnitud 7.5 generalmente contribuye a un momento de solo 2×10^{27}), un movimiento sísmico en el tramo de Guerrero podría tener una magnitud de 8.2 para el momento correspondiente. Sin embargo, es más probable que se alcance ese momento con varios eventos un poco menores (por ejemplo de magnitud 7.8 a 8.0) distribuidos en varios años.

Basándose en estos datos, el Instituto de Ingeniería de la UNAM estima que la probabilidad de ocurrencia de un sismo fuerte en el tramo de quietud de Guerrero entre 1986 y 1996 es del 56% al 79%. Existe incertidumbre acerca del período de recurrencia en el tramo ya que no se tienen datos precisos acerca de movimientos registrados antes de 1899, pero, por otro lado, considerando que los otros dos tramos de quietud correspondientes a Oaxaca y Michoacán han fallado y confirmado la teoría de brechas sísmicas, es evidente que el tramo de Guerrero se impone como una zona en la cual muy probablemente aparecerá un sismo fuerte a corto plazo.

2.3 MUNICIPIO DE AYUTLA

Guerrero está dividido en 75 municipios de distintos tamaños y economías dependiendo de su ubicación geográfica, económica y cultural, siendo el más grande el de Acapulco que cuenta con el 20% de la población total del Estado y obviamente con la economía más fuerte. Existen también municipios como Atlamajalcingo del Norte que cuenta con el 0.2% de la población total del Estado y una población rural del 100%. Se seleccionó para este estudio el municipio de Ayutla de los Libres, dentro de la región denominada como Costa Chica, al sureste del Estado y en la Sierra Madre del Sur, pues se trata de un municipio de mediana importancia que

puede considerarse como representativo de muchos otros en el mismo Estado, sin olvidar que cada uno cuenta con características propias.

El número de habitantes del municipio de Ayutla representa el 1.6% de la población total del Estado. Su población urbana es del 10% y cuenta con tan solo un poblado de más de 2500 habitantes que es Ayutla, la cabecera municipal. Su cultura se considera regional ya que la gran mayoría de los habitantes han nacido ahí; el 56% de la población es analfabeta. Del total de personas en edad activa sólo el 60% lo son, de los cuales el 70% trabaja en la agricultura y la ganadería, muchos de ellos sin recibir ingresos (Ref. 14).

Se trata de un municipio donde sólo el 7% de su área de labor es de riego; el resto es de temporal siendo el ciclo más importante el de primavera-verano. Se cosecha principalmente maíz y jamaica y el 75% de sus plantas frutales es palma de coco. El ganado es porcino y bovino en su mayoría y su producción avícola se centra en los pollos de engorda y gallinas.

Respecto a las viviendas, a continuación se enumera una serie de datos del censo de 1980, que dan una idea de la situación general. Los porcentajes para viviendas y para ocupantes de las

mismas son similares:

- 95% de la población vive en casas propias,
- 60% de las viviendas es de un solo cuarto,
- El promedio general es de 6 ocupantes por vivienda,
- 64% de las viviendas tienen muros de adobe o barro,
- Sólo el 9% tiene muros de tabique o similar,
- 68% de las viviendas tiene techo de teja,
- 80% de las viviendas tiene piso de tierra,
- 53% tiene la combinación techo de teja-piso de tierra,
- 71% de las viviendas no disponen de agua potable,
- 77% de las viviendas no disponen de drenaje,
- 66% de las viviendas no disponen de energía eléctrica,
- En el 86% de las viviendas se cocina con leña o carbón (cabe mencionar que en muchos casos la cocina no se usa como dormitorio).

Como se puede ver, un gran porcentaje de las casas está construido con la combinación: piso de tierra, muros de adobe y techo de teja. Si tomamos en cuenta que las mejores casas en cuanto a tamaño, construcción y servicios son las que se encuentran en el poblado de Ayutla por ser cabecera municipal y también las que se encuentran de alguna manera cercanas a la carretera, disfrutando las ventajas que éste medio de

comunicación ofrece, resulta que en las poblaciones rurales del municipio el porcentaje de viviendas construidas con muros de adobe, piso de tierra y techo de teja aumenta notablemente, disminuyendo considerablemente a su vez el porcentaje de casas que cuentan con servicios.

2.4 DATOS GENERALES DEL ADOBE

El adobe es el material para construcción mas viejo y complejo. Tradicionalmente se ha empleado para la construcción de vivienda rural en lugares donde la precipitación pluvial es baja, principalmente por su fuerte deterioro con la lluvia a largo plazo y por su bajo costo. Sus características generales varían mucho de lugar en lugar y dependen del tipo de suelo que se use para su fabricación.

Una de las razones por las cuales se usa el adobe es su capacidad de aislamiento térmico, ya que se hacen muros de grandes espesores. La otra razón, como ya se mencionó, es su costo. Si se considera que el costo del material es prácticamente nulo porque se obtiene directamente de la naturaleza en el lugar de la obra y si tomamos en cuenta que la mano de obra a emplear son generalmente los mismos futuros usuarios (autoconstrucción), resulta que el costo de edificación es muy bajo. Esto puede ser

discutible basándose en la gran cantidad de fuerza de trabajo y horas-hombre que se necesitan para su fabricación, pues se manejan grandes volúmenes de tierra.

Dentro de las desventajas que tiene el adobe como material de construcción, está la de su poca resistencia al intemperismo, especialmente al agua; su baja resistencia a esfuerzos de tensión y cortantes y su alto peso volumétrico, todo lo cual hace que se propicien fallas importantes sobre todo en viviendas construidas en zonas sísmicas.

Se han determinado propiedades típicas al adobe para su estudio, pero es necesario recalcar que en cada lugar el adobe puede tener características diferentes dependiendo del suelo que se use para fabricarlo. Estas propiedades son: peso volumétrico, 1800 kg/m³; módulo de elasticidad, 2500 kg/cm²; resistencias de 13.4 kg/cm² a compresión, 1.2 kg/cm² a cortante y 2.6 kg/cm² a tensión por flexión (Ref. 1). Existen pruebas sencillas realizables en campo para determinar las propiedades del material tales como la resistencia al intemperismo, manejabilidad, contracción volumétrica y resistencia a la compresión, pero su difusión, sobre todo a nivel rural, es nula. Existen también métodos para el mejoramiento del adobe en algunas de sus propiedades por medio de materiales estabilizadores lo cual está

teniendo mucha difusión ultimamente.

Para la fabricación del adobe se necesitan basicamente tres elementos que son suelo, agua y fuerza de trabajo. El proceso tradicional de fabricación consiste en, una vez ubicado un sitio plano, tomar tierra arcillosa y mojarla durante cierto tiempo para que se hidrate, generalmente mas de 24 hrs. Una vez hidratada, se amaza la mezcla hasta que sus grumos o terrones se deshagan formando un barro homogéneo lo más fino posible; ésta actividad se realiza frecuentemente con los pies. Con el barro obtenido se llenan moldes de medidas adecuadas, los cuales deben ser retirados inmediatamente para dejar secar las piezas a la intemperie. Se debe utilizar una gran cantidad de agua ya que facilita la destrucción e hidratación de todos los pedazos de tierra y su colocación en los moldes. La máxima cantidad de agua aceptable dependerá de la posibilidad de desmoldar inmediatamente sin que las piezas se deformen.

El barro debe ser plástico de tal manera que sea moldeable gracias a su grado de humedad y debe endurecer tal y como se moldeó. Mientras mas arcilloso sea, será mejor, pero existe un limite en el cual un exceso de arcilla puede provocar fuertes contracciones en las piezas durante su fabricación y, en los ya fabricados, grandes dilataciones en caso de que se lleguen a

mojar. La calidad del adobe para construcción se debe tomar en cuenta tanto en su fabricación como en su colocación. Los adobes fabricados deben estar lo menos agrietados posible y deben ser fuertes para poder transportarlos sin que se rompan. Una vez colocados deben ser suficientemente resistentes a cargas y a la acción del agua.

En algunas ocasiones se usa paja en la mezcla para evitar el agrietamiento en el adobe lo cual se logra en buena medida, pero también se reduce su resistencia a la compresión. Se han estudiado muchos métodos para el mejoramiento del adobe aunque para aplicarlos es necesario saber con qué suelo estamos trabajando y cuáles son las propiedades que se desean mejorar. Los estabilizadores logran cementar las partículas de suelo juntas, evitar contracciones y dilataciones y proteger al material contra la acción del agua. Es importante mencionar que la mayoría de ellos mejoran sólo una o dos de las características mencionadas.

Los métodos para mejoramiento pueden ser:

- Físicos externos: recubriendo los muros con morteros o pinturas en sus partes superior, inferior y lateral.
- Físicos internos: Mezclar al suelo con fibras naturales tales como henequén, paja o zacate.

-Mecánicos: Compactación con prensa. Sirven sobretodo para el control de calidad del adobe.

-Químicos: Agregando cal o cemento a la mezcla con lo que se logra un secado rápido y un material mas resistente a la compresión y al intemperismo. Tienen la ventaja de ser muy comerciales y la desventaja del costo. Asimismo, se puede usar asfalto, con el que se reduce la contracción y se aumenta la resistencia a la compresión y al goteo.

Estos son los métodos mas usados para estabilización y que mejores resultados han dado, sin embargo existen muchos otros más que no han podido ser desarrollados completamente y cuyos resultados en la práctica hasta ahora no justifican su uso. De ellos es digno de mencionar el método de energía calorífica, que propone cocer los adobes en hornos, tal y como se hace con los tabiques. Sin embargo, el problema actual de falta de seguridad en viviendas de adobe se enfoca principalmente a las viviendas ya construidas, por lo tanto el uso de estabilizadores para su fabricación se descarta por el momento y surge la prioridad del refuerzo sísmico.

2.5 FALLAS MAS COMUNES Y SUS CAUSAS

El daño que puede provocar un sismo a una estructura depende

de muchos parámetros como frecuencia, duración, intensidad, condiciones geológicas de la región, características del suelo, calidad de la construcción, etc. También existen factores sociológicos que determinan el daño físico a los seres humanos como la densidad de población, hora y día de la ocurrencia del sismo y la conciencia y preparación de la comunidad ante la posibilidad de tal evento. La combinación todos ellos determina las pérdidas tanto materiales como humanas que origina un sismo.

Aunque aún no se puede hacer mucho para eliminar los efectos directos de un sismo, sí se pueden en cambio disminuir riesgos y por consiguiente desastres. Por ello, el estudio de los daños a viviendas provocados por temblores provee un muy importante paso adelante en las medidas de refuerzo para diferentes tipos de estructuras.

Existen cuatro causas básicas de daño inducidas por sismo y son (Ref. 4): movimiento del suelo, falla del suelo, tsunamis e incendios. Por supuesto, el movimiento del suelo se impone como la principal causa de daño debido a sismo. Por otro lado, la falla del suelo puede abarcar ruptura a lo largo de zonas de falla, deslizamiento de taludes, licuación de arenas, etc. Los tsunamis, a su vez, son olas provocadas por un movimiento repentino del fondo del mar y que pueden llegar a medir de 5 a 8

m. de altura. Los incendios que se suscitan después de un sismo son un efecto secundario pero muy serio: son difíciles de extinguir debido a que se puede perder el suministro de agua y a los embotellamientos de tráfico en zonas urbanas.

El movimiento del suelo debido a sismo provoca una serie de fuerzas en la estructura, adicionales a la fuerza vertical de carga. De éstas fuerzas, las más importantes son: la fuerza de inercia, que provoca vibraciones muy irregulares debido a la inercia de las masas en tres direcciones, y la fuerza sísmica que se idealiza como una fuerza horizontal actuando en la estructura. Estas fuerzas sísmicas son muy difíciles de prever con exactitud debido a que cada sismo presenta características distintas. Los principales daños se deben a que muchos elementos estructurales de las viviendas que estaban pensados para que sólo tomaran fuerzas verticales, tienen ahora que tomar fuerzas horizontales, esfuerzos cortantes y momentos, de donde es importante que tengan cierta resistencia a tales esfuerzos. Los principales factores de construcción que influyen en el daño a estructuras autoconstruidas son:

- El diseño en planta de la vivienda: Es muy importante que haya simetría. Una casa en forma de caja cuadrada, se comportará mejor ante un sismo que una con forma de U o de L. Una vivienda

irregular se tuerce al momento de vibrar provocando la falla.

- Tamaño y distribución de las aberturas: Las aberturas en los muros tales como ventanas y puertas tienden a debilitarlos y mientras menos haya, será mejor. Dichas aberturas no deben tampoco localizarse cerca de las esquinas.

- Distribución de la rigidez: La rigidez de una estructura en la dirección vertical debe ser distribuida uniformemente. Esto se menciona principalmente por las estructuras de dos niveles en donde muchas veces el material estructural del primer nivel es distinto del empleado en el segundo, lo cual provoca que la rigidez no sea homogénea.

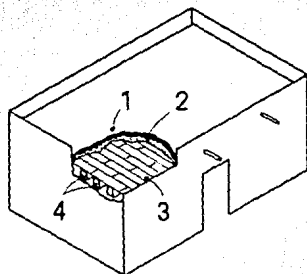
- Ductilidad: Es la facilidad con que una estructura se dobla y deforma sin debilitarse ó colapsarse. Lo opuesto se llama fragilidad. Esto depende mucho de los materiales que se empleen. El adobe, el concreto y el tabique por ejemplo son materiales frágiles; sin embargo, combinándolos con materiales dúctiles se obtienen muy buenos resultados.

- Cimentación: Estructuras diseñadas para soportar fuertes sismos, a veces fallan debido a un inadecuado diseño de cimentación.

- Calidad de construcción: Es importante que se cuide la calidad mientras se esté construyendo, tanto de materiales como de mano de obra y sistema constructivo, ya que la falta de control en éste aspecto también es causa de muchas fallas.

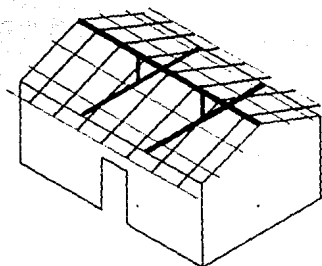
El Instituto de Ingeniería ha hecho investigaciones de campo, pruebas de laboratorio y evaluaciones, encontrando que la casa típica de adobe en México (fig. 2.4.1) consta básicamente de un cuerpo de un solo piso y planta rectangular alargada de 30 a 50 m² de área con muros de 3 a 3.5 m de altura y 40 a 60 cm de espesor. En ocasiones existe un muro divisorio y en algunas regiones se usan plantas no rectangulares. El techo es generalmente de dos aguas y está formado por tejas de barro que descansan mediante listones en tijeras de madera. En regiones de clima extremo es frecuente un relleno de tierra de 30 a 50 cm de espesor sobre una tarima de madera o carrizo, soportado con vigas de madera poco espaciadas. Todos los sistemas de techo usuales son flexibles en su plano, por lo que no forman un diafragma que rigidice la parte superior de los muros (Ref. 1).

Las estadísticas y la experiencia muestran que, en construcciones de adobe, con un sismo de intensidad 6 de Mercalli se puede presentar agrietamiento; con un sismo de intensidad 7

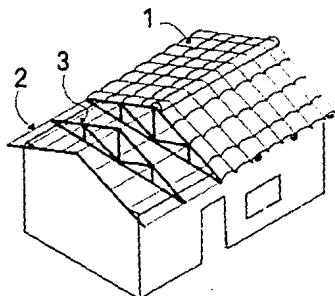


- 1) Recubrimiento de mortero
- 2) Relleno de tierra
- 3) Tarima de cañas o madera
- 4) Vigas

a) Vigas de madera con terrado.



b) Vigas y Puntales



- 1) Tejas
- 2) Listones de madera
- 3) Armadura

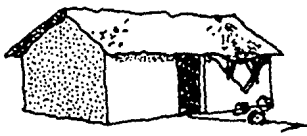
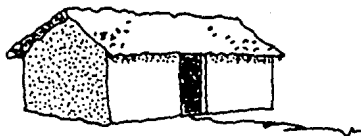
c) Armaduras de madera

aparecen grietas grandes y puede ocurrir colapso parcial y con un sismo de intensidad 8 los colapsos totales son muy frecuentes. Los daños son generalmente mucho más severos en edificios de dos pisos que en los de uno solo. Se ha observado que en una misma población las casas de un solo piso construidas con buen adobe pueden resistir sismos de intensidad 8, mientras que las casas de dos pisos quedan completamente destruidas.

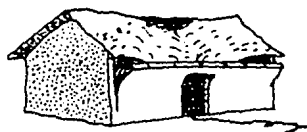
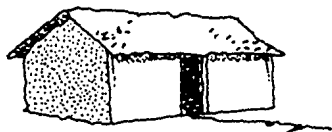
En general, las casas autoconstruidas con adobe muestran serios defectos técnicos de estructuración como: altura considerable y muros muy largos sin refuerzo y sin unión entre ellos ni con el techo. Uno de los efectos de la acción sísmica en casas de adobe es el agrietamiento diagonal de los muros debido a esfuerzos cortantes, resultando estas zonas de las casas las más débiles. Estas zonas críticas pueden eliminarse mediante plantas redondeadas, lo cual además permite que la mayor parte de los muros ayude a resistir la acción cortante del sismo, dando más resistencia y rigidez a la estructura. Es importante mencionar que la presencia de grietas en las esquinas no implica el colapso de la estructura, el cual generalmente ocurre después de que la grieta se prolonga hacia abajo, o en forma diagonal dentro de los muros largos hasta que una porción importante de ellos pierde apoyo en sus zonas laterales y se voltea, generalmente hacia afuera. Este modo de falla por sismo es el que se ha observado

con mayor frecuencia.

Se tienen indicios también de que el colapso se inicia en ocasiones por la caída del techo, ya sea por fallas locales en las conexiones o en la madera de las mismas vigas por encontrarse muy deteriorada, o por deslizamientos de los elementos del techo sobre los muros, a los que están ligados en forma muy precaria. Una falla parcial que ocurre con frecuencia aún en sismos moderados es que las tejas se deslizan por efectos de las aceleraciones verticales y horizontales y caen algunas veces dentro de la misma vivienda. Las principales fallas en las construcciones de adobe y sus causas se muestran gráficamente en las figuras 2.4.2 y 2.4.3 respectivamente (Ref. 4).

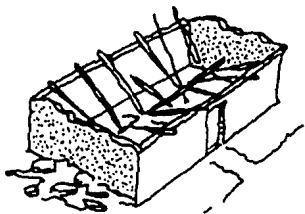
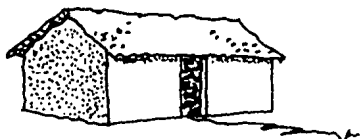


a) Falla local por empuje de las vigas sobre los muros

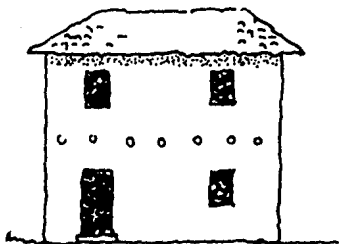


b) Volteo de muros

Fig. 2.4.2 Fallas más comunes en viviendas de adobe.

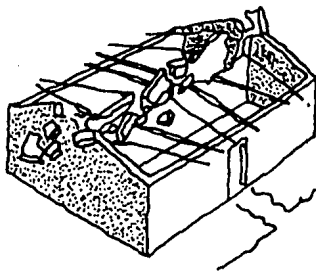
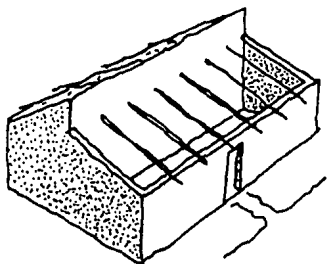


c) Falla de la techumbre

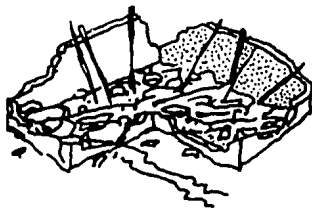
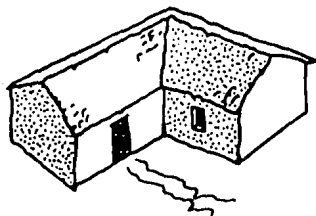


d) Viviendas de dos o más niveles

Fig. 2.4.2 (continuación)

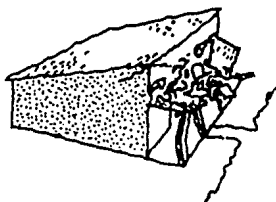
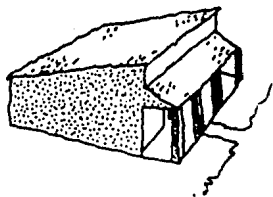


e) Techumbres con diferentes niveles

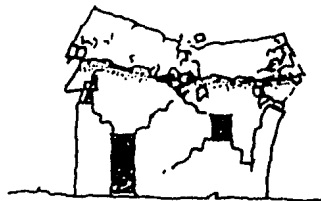


f) Viviendas en forma de "L"

Fig. 2.4.2 (continuación)



g) Construcciones con marquesinas



h) Viviendas con muros demasiado altos

Fig. 2.4.2 (continuación)

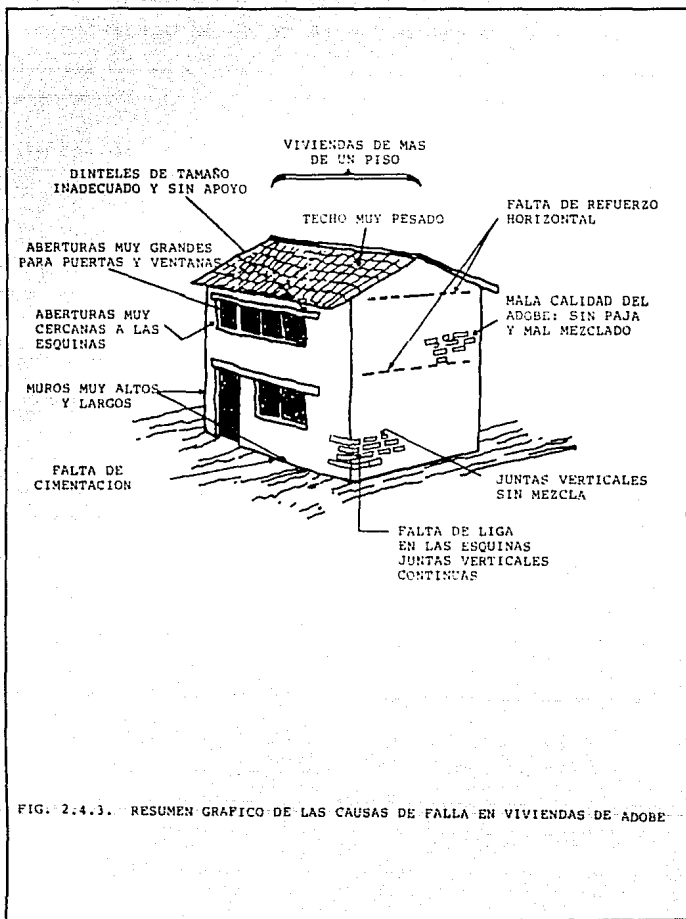


FIG. 2.4.3. RESUMEN GRAFICO DE LAS CAUSAS DE FALLA EN VIVIENDAS DE ADOBE

CAPITULO III

ANALISIS DE FACTIBILIDAD DE DIVERSAS OPCIONES DE REFUERZO

3.1 INTRODUCCION

La necesidad de reforzar una vivienda puede surgir de: el daño evidente provocado por un sismo reciente, por comparaciones con otras construcciones similares en el mismo lugar o simplemente por cálculos estructurales. En el primer caso, es fácil que los moradores se den cuenta y se convenzan de lo importante que es hacer arreglos a su casa. En los otros dos casos es muy difícil convencerlos de tal necesidad ya que aparentemente tienen muchas otras prioridades a las cuales destinar sus recursos entre las que destaca muchas veces el alimento diario.

Antes de la probable ocurrencia de un sismo, se debe conocer cuál es el refuerzo adecuado para cada vivienda por medio de cálculos y, si es posible, llevarlo al cabo. Inmediatamente después de un sismo, se procede a colocar soportes temporales y reparaciones de emergencia para que las viviendas muy dañadas no lleguen al colapso en el posible caso de réplicas del sismo y las viviendas menos dañadas puedan entrar en funcionamiento cuanto antes. Un refuerzo real y a conciencia en las viviendas

generalmente se lleva al cabo mucho tiempo después del sismo, cuando la situación se empieza a tranquilizar. En ésta etapa se debe determinar qué tipo de reparación requiere la vivienda, de acuerdo con las características del fenómeno y con los daños sufridos. Existen tres tipos de arreglos que son: reparación arquitectónica, restauración y refuerzo sísmico.

Para decidir qué tipo de acción se va a realizar hay que basarse en cálculos que muestren si el nivel de seguridad actual de la vivienda es el adecuado; el problema es que muchas veces no se puede conocer la resistencia actual y real de la casa, dado que existen dudas respecto de la calidad de los materiales usados, sumadas al grado de deterioro debido al tiempo y a sismos anteriores por lo que las decisiones son generalmente muy conservadoras.

La reparación arquitectónica comprende todos aquellos trabajos encaminados a restituir a la casa su aspecto original sin la necesidad de alterar ningún elemento estructural. Estos trabajos pueden abarcar la reposición de recubrimientos caídos, reparación de grietas menores, etc.. El problema es que con éstas reparaciones muchas veces se esconden los daños serios o los defectos estructurales que pudieran existir.

Con la restauración se pretende devolver a la vivienda el nivel de seguridad original que tenía antes de que el fenómeno natural lo redujera al dañarla. Esto se hace cuando se trata de un fenómeno extraordinario cuya próxima ocurrencia es muy poco probable y por lo tanto el nivel de seguridad original es el adecuado. Un ejemplo de restauración es remover un muro de carga dañado para reponerlo o la inyección de material epóxico en las grietas. La restauración se debe llevar al cabo antes que las reparaciones arquitectónicas o por lo menos simultáneamente.

El refuerzo sísmico se impone cuando el nivel de seguridad original de la vivienda se considera insuficiente para futuros sismos por lo que hay que superarlo. El comportamiento sísmico de construcciones viejas está regido por sus defectos originales de construcción y estructuración, así como por la degradación de materiales y por alteraciones originadas con el tiempo y el uso, tales como: nuevas aberturas para ventanas o la adición de nuevos espacios afectando así la simetría en planta, etc. La posibilidad de sustituir dichas construcciones por otras nuevas y resistentes a sismos es generalmente nula debido a razones principalmente económicas, aunque también las hay históricas, artísticas y sociales; de todo ello se deriva la importancia del refuerzo sísmico.

En el momento de diseñar un refuerzo sísmico para aplicarlo en una vivienda se debe considerar que el refuerzo:

- a) incremente la resistencia lateral en uno o ambos sentidos. Esto se puede lograr reforzando los muros o aumentando el número de ellos.
- b) induzca a que la casa trabaje como una unidad ante la presencia de un sismo, por medio de una liga correcta entre todos los elementos tales como muro-techo, muro-muro y muro-cimentación.
- c) elimine todo lo que pueda provocar una disminución en la seguridad como: planta asimétrica o grandes aberturas sin refuerzo.
- d) evite fallas por fragilidad de la estructura.

3.2 CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS EN AYUTLA

Para hacer una evaluación adecuada de los diversos métodos de refuerzo, es necesario conocer primero las características de las viviendas que se pretenden reforzar. Por ello se realizó una investigación de campo, encontrando los datos que a continuación se mencionan.

Una casa típica de la región se muestra en la figura 3.2.1. Como se puede apreciar, el tamaño es reducido si consideramos que el promedio de habitantes por vivienda es de seis. La ubicación de una puerta en cada uno de los muros largos y la ausencia de ventanas, tienen como finalidad la circulación del aire y el conservar un ambiente fresco dentro de la vivienda; se trata de un aspecto tradicional en la construcción de las viviendas.

En la figura 3.2.2 se muestran las variantes que en algunos casos existen con respecto a la distribución en planta, en las cuales se ha agregado ya sea una habitación más para cocina, un porche o ambos. Cabe señalar que, la mayoría de las veces, tanto la cocina como el porche se construyen aprovechando la construcción preexistente, de tal manera que quedan adheridas las construcciones viejas con las nuevas sin junta constructiva alguna, provocando un comportamiento sísmico inadecuado.

La estructuración de la techumbre se muestra gráficamente en la figura 3.2.3. Esta consta de dos traveses principales (en algunos casos es una, dependiendo del tamaño de la vivienda) simplemente apoyadas sobre los muros largos, coincidiendo en algunos casos el punto de apoyo con las aberturas para ambas puertas, lo que provoca que la carga no se transmita verticalmente al suelo. Las traveses soportan por medio de postes a

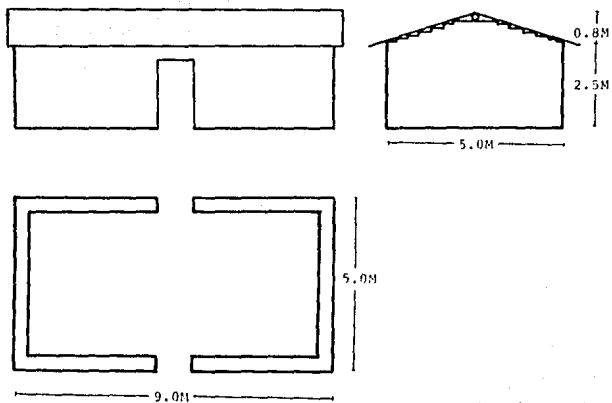


FIG. 3.2.1. CASA TIPICA EN AYUTLA, GRO.

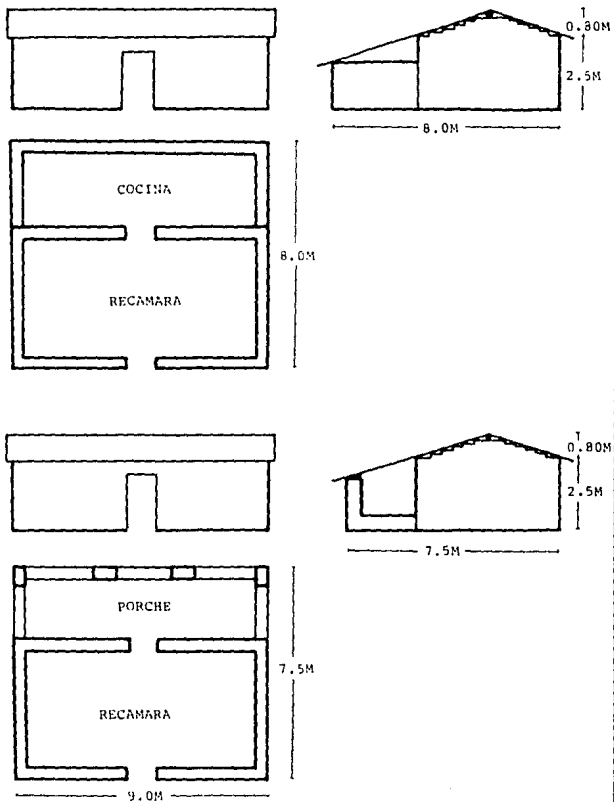


FIG. 3.2.2. VARIANTES IMPORTANTES RESPECTO A LA CASA TÍPICA EN AYUTLA, GRO.

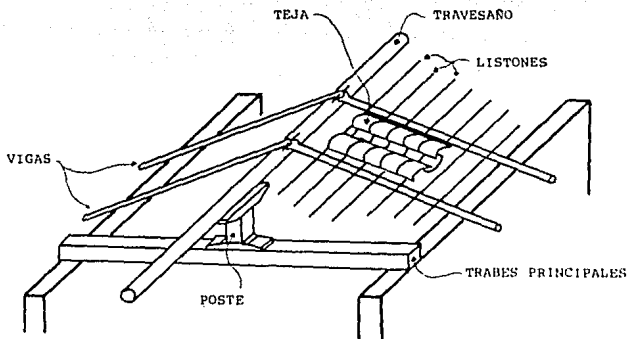


FIG. 3.2.3 ESTRUCTURACION DE LA TECHUMBRE DE UNA CASA TIPICA DE AYUTLA, GRO.

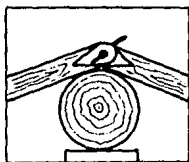


FIG. 3.2.4 DETALLE DE LA UNION VIGA-VIGA-TRAVESAÑO EN UNA CASA TIPICA DE AYUTLA, GRO.

un travesaño que a su vez soporta a las vigas, los listones y las tejas. Las vigas se apoyan en su otro extremo directamente en los muros largos, sin ningún anclaje. Las tejas no están adheridas a la techumbre con mortero alguno, sino simplemente sobrepuestas unas con otras. La unión de las vigas con el travesaño está resuelta a través de una articulación como se muestra en la figura 3.2.4, lo cual permite levantarlas fácilmente desde el extremo apoyado en el muro sin dañar a la estructura.

La gran mayoría de las viviendas está construida de manera similar y sólo algunas son las que tienen variantes en cuanto a construcción y distribución. Evidentemente existen serios defectos de estructuración que se originan en los mismos métodos locales y tradicionales. Por ello, también es importante promover ligeros cambios en dichos métodos y aplicarlos en futuras construcciones.

3.3 METODOS DE REFUERZO SISMICO

La autoconstrucción de vivienda sin asesoría profesional y sus consecuencias es un problema mundial. Es por eso que existen estudios internacionales al respecto, los cuales abarcan diversos tipos de construcciones como las de adobe, bajareque, mamposterías, madera, etc. Para las viviendas de adobe, se ha

desarrollado una serie de posibles métodos de refuerzo, los cuales deben ser analizados en cada región específica y así determinar cuál o cuáles son los adecuados para cada caso. Se debe hacer una evaluación de su eficiencia al aumentar la seguridad contra sismo, la facilidad de ejecución en una vivienda existente y los costos de materiales de construcción y mano de obra derivados de la aplicación de los métodos elegidos, llegando así a conclusiones y soluciones realistas de acuerdo con los recursos disponibles, tanto materiales como humanos.

Los métodos de refuerzo sísmico para viviendas de adobe que hasta ahora se han desarrollado son los siguientes (Ref. 1):

- 1) Viga-cadena de concreto perimetral en extremo superior de los muros
- 2) Viga de madera de alma abierta perimetral en el extremo superior de los muros.
- 3) Malla de refuerzo en los muros, cubierta con un aplanado de mortero.
- 4) Tensores de acero horizontales, perimetrales a lo largo de los muros.
- 5) Elementos de concreto verticales además de la viga-cadena o tensores de acero verticales además de los horizontales.
- 6) Adición de muros intermedios.

- 7) Reducción de la altura de los muros.
- 8) Aligeramiento del peso del techo.

Evidentemente todos éstos métodos difieren mucho en cuanto a eficiencia, facilidad de ejecución y costo. Los cuatro primeros corresponden a soluciones que han sido motivo de estudio y experimentación estructural en laboratorio a nivel internacional. La solución número cinco es complemento para las anteriores. La solución número seis propone una rigidización de la vivienda añadiendo un nuevo elemento de rigidez pero prácticamente sin alterar la estructura existente. Los dos últimos corresponden a soluciones que, aunque de cualquier manera modifican la construcción, estrictamente no plantean un refuerzo a la estructura, sino una disminución de fuerzas. Por sus características, se empezará por evaluar los tres últimos.

Adición de muros intermedios para rigidización

La adición de muros intermedios perpendiculares a los muros largos es una solución económica que, debido a la experiencia de los habitantes en el manejo del adobe, representa además, cierta facilidad de ejecución; sin embargo, dadas las características de las viviendas en el Estado de Guerrero es prácticamente imposible de realizar. El tamaño de las casas es relativamente pequeño para

dividirlo en espacios con un muro de adobe que resulta ser muy ancho, de tal manera que se afecta gravemente la funcionalidad de la vivienda. En caso de añadir el muro intermedio, además se tendrían que abrir puertas y ventanas para la iluminación y ventilación de los nuevos espacios, lo cual muy probablemente disminuya la eficiencia estructural previamente lograda.

Reducción de la altura de los muros

La reducción de la altura de los muros representa la solución más económica pues no se emplea material alguno; se requiere únicamente la mano de obra de los usuarios para llevarla al cabo. Sin embargo para el caso particular del Estado de Guerrero no es factible, ya que la altura de las casas no es excesiva y al reducirla se generará mucho calor adentro y se afectará también la funcionalidad. Se corre además el riesgo de dañar los muros al demoler su parte superior, mismo que aumenta si consideramos que en muchos casos los muros pueden estar ya débiles debido a la intemperización.

Aligeramiento del peso del techo

Por último, el aligerar el peso del techo es una solución muy sencilla de realizar en algunas regiones. El problema aquí es

que los techos ya son ligeros de hecho, y la única manera de reducir su peso es sustituyendo la teja de barro por palma, lo cual no representa una disminución importante al peso y sí a la calidad de la construcción. Se ha comprobado que las viviendas con techo de palma representan un riesgo para sus habitantes porque se propicia la aparición de parásitos.

Como se puede apreciar, los tres métodos mencionados no son fácilmente aplicables a la región en estudio, aunque es importante recalcar que en otras regiones del país o del mundo pueden dar muy buenos resultados. Incluso en el mismo Estado de Guerrero pueden existir casos particulares en los cuales alguno de los métodos mencionados sea aplicable. Los demás métodos requieren una evaluación más detallada ya que todos son muy distintos entre sí y, a primera vista, todos son factibles. A continuación se analiza cada uno de ellos.

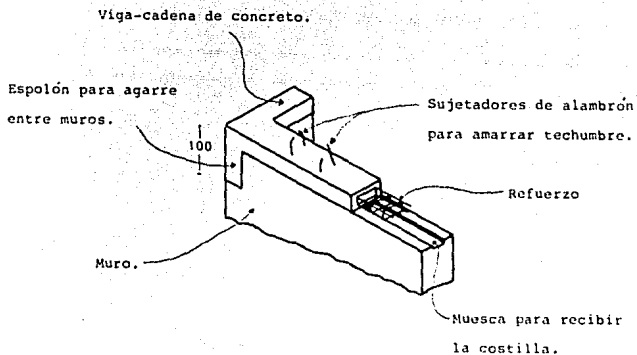
Viga-Cadena Perimetral de concreto

Este método consiste en colocar una cadena de concreto perimetral en el extremo superior de los muros, con una costilla que penetra en una muesca previamente abierta en los muros de adobe. En las esquinas de la vivienda se cuelan espolones que

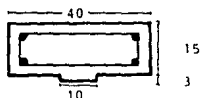
penetran en los muros. Con esto se trata de anclar la cadena al muro, de tal manera que no pierda adherencia debido a los cambios volumétricos tan fuertes que sufre el adobe. Las características estructurales de la cadena se muestran en la figura 3.3.1. Su sección puede variar dependiendo del espesor de los muros. En el caso del Estado de Guerrero, el ancho de los muros es de 40 cm. en su mayoría.

Para la aplicación de este refuerzo en una vivienda construida, se requiere, en primer lugar, remover parcial o totalmente el techo. Esto no representa problema alguno ya que, como se explicó anteriormente, las tejas no están adheridas y las vigas se pueden levantar fácilmente girando sobre el eje de la articulación existente.

El apuntalamiento de la trabe principal y del travesaño se resuelve fácilmente por medio de ramas. Para los habitantes de la región no es nuevo éste tipo de apuntalamiento ya que suelen hacer, en ocasiones de festejo tales como bodas, etc., una especie de palapa a base de ramas y palma, recolectadas en el campo (fig. 3.3.2). Estas estructuras son fabricadas en menos de un día y son desmanteladas pocos días después de la fiesta. Si aprovechamos los conocimientos y la experiencia de la gente en éste sentido, tenemos una solución práctica y económica para el



4 vs. No. 5.
e No. 2 @ 20 cm.



acotaciones en cm.

FIG. 1.3.1 Refuerzo con viga-cadena de concreto, perimetral.



FIG. 3.3.2 Enramada construida por los habitantes de Ayutla, Gro.

apuntalamiento de las techumbres.

La cimbra para colar la viga-cadena puede ser, en un caso extremo, a base de pedacería de madera o de cualquier otro material local que resista el empuje, ya que en realidad 15 cm. de peralte es poco y no se puede pretender, dados los problemas económicos que existen en la zona, hacer un colado perfectamente limpio y preciso.

Una vez explicado lo anterior, podemos resumir el procedimiento constructivo para el refuerzo con viga-cadena de concreto, de la siguiente manera:

- 1) Retirar las tejas del techo.
- 2) Levantar sólo las vigas de uno de los muros largos de la vivienda. El apuntalamiento puede ser necesario o no dependiendo de la fricción que exista en la articulación de las mismas.
- 3) Levantar la trabe principal lo suficiente para poder trabajar (20 cm. mínimo) y apuntalarla en uno de sus extremos, obviamente del mismo lado que se han levantado las vigas. Dependiendo de la mano de obra disponible, se puede hacer éste paso en ambos muros largos a la vez.
- 4) Hacer la muesca en el muro para la costilla de la viga y

demoler un metro en cada esquina para poder colar el espón de concreto.

- 5) Colocar el acero previamente habilitado y la cimbra, dejando ahogados unos ganchos de alambón para amarrar y fijar las vigas y la trabe posteriormente.
- 6) Colar el concreto. El vibrado se puede hacer picando con un pedazo de varilla.
- 7) Una vez que ha fraguado la cadena, se procede a quitar los puntales y bajar la trabe principal y las vigas para posteriormente repetir el procedimiento anterior, ahora en el otro lado de la casa: levantar vigas y trabe principal, apuntalar, armar cimbrar, colar y quitar puntales.
- 8) Ya que estan listos los dos muros largos, se procede ahora a colar la cadena en los muros de los extremos. Para ello es necesario apuntalar los travesaños y demoler la parte triangular superior de ambos muros para que la cadena quede perfectamente perpendicular en las esquinas.
- 9) Se hace la muesca.
- 10) Se coloca el acero y la cimbra.
- 11) Se cuela el concreto.
- 12) Transcurrido el tiempo de fraguado, se repone la parte demolida del muro con adobe nuevo y se regresa el travesaño a su lugar.
- 13) Se coloca la teja de barro. Es importante tratar de que las

tejas queden adheridas a la estructura y entre si, por medio de algún mortero o barro.

Al aplicar éste refuerzo, se logra aumentar la seguridad original de la vivienda en 2.7 veces. Algunos autores recomiendan que, en zonas sísmicas, éste método sea aplicado como requisito mínimo de refuerzo para viviendas de adobe. Tiene la ventaja de unir los muros y darles continuidad. Aumenta la resistencia a flexión normal al plano del muro. Permite fijar adecuadamente el techo con los muros y evita el volteo de los mismos. El problema estructural que pudiera tener es el de no lograr una liga adecuada entre el concreto y el adobe, además de la posibilidad de dañar los muros mientras se trabaja.

Refuerzo con viga de madera de alma abierta

Desde el punto de vista del comportamiento estructural de la vivienda ya reforzada, este método es muy similar al de la viga-cadena de concreto. Consiste en colocar una viga de madera de alma abierta, en forma de escalera, a todo lo largo del perímetro superior de los muros, ligando los elementos del techo a la viga. En la figura 3.3.3 se muestran gráficamente las características de la viga. Debe estar compuesta por dos polines paralelos de 10 por 10 cm. cada uno y travesaños de 5 x 10 cm., a

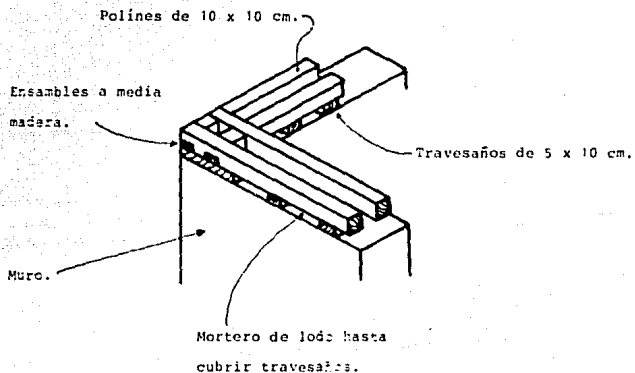


FIG. 3.3.3 Refuerzo con viga de madera de alma-abierta.

cada 50 cm.. En las esquinas, las vigas de ambos muros se conectan mediante ensambles a media madera. Los elementos del techo se deben ligar con éstas vigas ya sea clavándolos o amarrándolos con alambrcn. Con un mortero de lodo se debe rellenar el espacio entre travesaños hasta cubrirlos completamente. De ésta manera se trata de lograr una liga adecuada entre el muro de adobe, la viga de madera y la techumbre.

El procedimiento constructivo para éste refuerzo es muy similar al de la viga-cadena:

- 1) Retirar las tejas de barro.
- 2) Levantar las vigas de uno de los muros largos de la casa y, si es necesario, apuntalarlas.
- 3) Levantar la trabe principal lo necesario para poder colocar la viga de madera en ese lado.
- 4) Colocar la viga de madera con sus travesaños y sus preparaciones en las esquinas, para recibir a las vigas perpendiculares.
- 5) Aplicar el mortero de lodo hasta cubrir perfectamente los travesaños de la viga.
- 6) Regresar la trabe principal a su lugar, apoyándola sobre la viga de madera y amarrándola.

- 7) Repetir el procedimiento para el otro lado de la vivienda.
- 8) Apuntalar el travesaño de la casa en ambos extremos.
- 9) Demoler el triángulo superior de los muros extremos hasta dejarlo al nivel de los muros laterales, tratando de no dañarlos.
- 10) Colocar la viga de madera con sus travesaños, aplicando el mortero de lodo hasta cubrir perfectamente los mismos.
- 11) Reponer el muro triangular con bloques de adobe hasta alcanzar la altura necesaria para recibir el travesaño de la casa.
- 12) Regresar las vigas de la techumbre a su lugar y clavarlas o amarrárlas a la viga de refuerzo, así como también la trabe principal.
- 13) Reponer la teja tratando de fijarla.

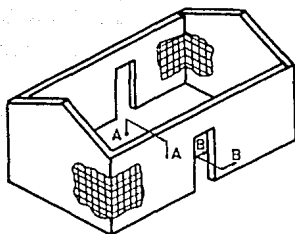
Por sus características estructurales, similares a las de la viga-cadena, este método de refuerzo es recomendado también como requisito mínimo en zonas sísmicas, ya que se calcula que al aplicarlo se logra aumentar la seguridad de la vivienda en 2.5 veces, aunque de hecho no se cuenta con un dato preciso al respecto.

Refuerzo con malla electrosoldada y mortero de mezcla

Este método propone colocar una malla de refuerzo 6x6-14/14 que envuelve a los muros de adobe totalmente por sus dos caras y que va cubierta con una capa de mortero (fig. 3.3.4). Para fijar la malla, se colocan sujetadores de alambrcn atravesando los muros de lado a lado a cada 60 cm., tanto en la direccin horizontal como en la vertical. Con barras adicionales de varillas de 5/16" se forman elementos verticales y horizontales en los bordes de los huecos de puertas y en las esquinas de los muros.

Aunque este método es muy eficiente, se puede mejorar aún más si se añade una cadena de concreto perimetral en la parte superior de los muros, de la mitad del peralte de la viga-cadena estudiada anteriormente, o sea 7.5 cm.. Sin embargo, dado que el proceso constructivo se complica bastante y que el costo se incrementa notablemente, es poco probable que se pueda llevar al cabo. De cualquier manera, se tomará en cuenta como una opción adicional al refuerzo con malla, pues posiblemente existan casos en los que sí se pueda aplicar el refuerzo mixto.

El procedimiento constructivo para el refuerzo con malla se puede resumir de la siguiente manera:



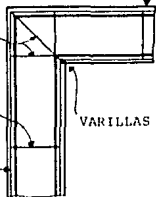
CADENA ADICIONAL



CORTE A-A

SUJETADORES
DE ALAMBRO.

MALLA



ESQUINAS

VARILLAS 5/16"

RECUBRIMIENTO
DE MORTERO.



CORTE B-B

FIG. 3.3.4 REFUERZO CON MALLA Y APLANADO DE MORTERO.

- 1) Colocar los sujetadores de alambrcn a cada 60 cm., teniendo cuidado de no dañar los muros. Para mayor facilidad, esto se puede hacer ayudándose con una varilla del No. 2.5 y atravesando los muros en las juntas entre los bloques de adobe.
- 2) Retirar las tejas del techo y levantar las vigas para poder rodear con la malla a la parte superior de los muros.
- 3) Colocar la malla, amarrándola a los sujetadores y rodeando los muros en su parte superior. En las esquinas y en los bordes no se debe cortar la malla sino doblarla siguiendo la forma del muro, para que no se rompa la continuidad. En los lugares en donde se requiera una junta de malla, se deberá hacer el traslape correspondiente.
- 4) Colocar y amarrar las varillas adicionales de 5/16" en las esquinas y en los bordes de las puertas.
- 5) Aplicar el mortero cemento-arena 1:5 en ambas caras y en la parte superior de los muros, humedecidos previamente para que no absorban el agua del mortero ya que esto puede provocar que no haya buena adherencia.
- 6) Regresar las vigas de la techumbre a su lugar y colocar las tejas de barro.

En caso de que se desee añadir la cadena de concreto

mencionada, ésta se deberá colar siguiendo un procedimiento constructivo similar al de la viga-cadena, pero tomando en cuenta que ya no se pondrán espolones ni costilla en la cara de contacto con los adobes, ya que en éste caso la liga entre adobes y cadena se logra mediante la malla, que rodeará a los muros en todas sus caras. Una vez colada la cadena de cada muro, se puede continuar con el procedimiento constructivo de la malla aprovechando que ya se retiraron las tejas y se levantaron las vigas, de tal manera que se evite repetir pasos comunes a ambos procesos constructivos.

De todos los métodos de refuerzo estructural para viviendas de adobe éste es el más eficiente, pues aumenta la seguridad original de la vivienda a más del triple, lo cual ha sido comprobado en laboratorio. Esto se debe a que, en primer lugar, se logra una sección compuesta en donde el adobe toma los esfuerzos cortantes y la malla y el aplanado toman los esfuerzos de tensión y compresión debidos a la flexión normal al plano del muro. Además la malla es un refuerzo adicional por cortante, por lo cual mantiene la resistencia del muro en caso de que se exceda la capacidad del adobe y éste se agriete diagonalmente. Se logra también una liga en las esquinas de los muros dando continuidad, mayor rigidez y resistencia en flexión. Otra de sus ventajas es la protección que proporciona el mortero contra el intemperismo,

pues ya se ha mencionado que es muy perjudicial para el adobe no estabilizado.

Tensores horizontales de acero

Este refuerzo consiste en colocar dos barras de acero a lo largo del extremo superior de cada muro, ligeramente tensadas y alojadas en ranuras preparadas en ambos lados del los mismos, de tal manera que los tensores y los muros queden a un mismo paño (fig. 3.3.5). La fuerza de los tensores se transmite a los muros a través de placas de acero o de madera y en las esquinas se pueden cruzar con las del muro transversal por medio de unos ángulos de acero o formando ángulos con las mismas placas. La tensión se logra mediante tuercas, apretándolas a tope con la placa. Los tensores pueden ser varillas corrugadas de 1/2", atornilladas en ambos extremos y alojadas en su ranura correspondiente a una distancia de 25 cm. del extremo superior de los muros. Es recomendable que, una vez colocado el tensor, se rellene la ranura con un mortero de lodo para aminorar los efectos del intemperismo en el acero y de alguna manera conservar la estética.

También se recomienda que, además de los tensores de acero, se aplique un rajueleo combinado con mortero de lodo en las

UBICACION DE TENSORES.

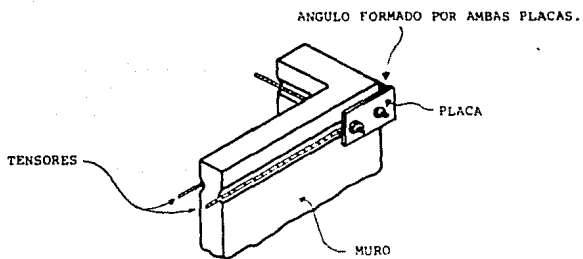
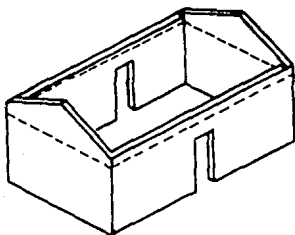


FIG. 3.3.5 REFUERZO CON TENSORES HORIZONTALES DE ACERO.

juntas entre piedras y en las grietas existentes, para dar mayor integridad y resistencia a los muros.

El procedimiento constructivo para éste refuerzo es, de hecho, el mas sencillo y consiste en:

- 1) Rajuelear, combinando con mortero de lodo, las juntas entre bloques de adobe y las grietas que pudiesen existir en la vivienda.
- 2) Hacer una ranura en cada lado de los muros, a 25 cm. de la parte superior de los mismos, de un tamaño suficiente para poder alojar al tensor (2 cm. aproximadamente).
- 3) Colocar en las ranuras las varillas previamente cortadas al tamaño necesario y torneadas, dejándolas al paño del muro y atravesando con mucho cuidado el muro perpendicular correspondiente. Se colocan las placas y se aprietan los tornillos a tope para dar una ligera tensión inicial.
- 4) En las esquinas se colocan o se hacen ángulos con las placas de tal manera que queden los muros bien ligados entre si.
- 5) Rellenar las ranuras con mortero de lodo.

En pruebas de laboratorio se ha comprobado que el método no es tan eficiente como los demás ya que aumenta la seguridad en 2.1 veces. Sin embargo tiene las ventajas de mantener a los muros

ligados entre sí a pesar del agrietamiento y proporcionar resistencia a la flexión en la parte superior de los mismos. Algo que lo hace muy atractivo es la posibilidad de hacerlo rápidamente y sin alterar la habitabilidad de la vivienda durante su ejecución.

Elementos verticales de concreto o acero adicionales

Se ha comprobado que al combinar algunos de los métodos anteriores con elementos verticales de acero o de concreto en las esquinas y en aberturas importantes, se aumenta considerablemente la seguridad estructural de la vivienda de adobe.

a) Elementos verticales de concreto

Una vivienda reforzada con viga-cadena de concreto puede incrementar aún más la resistencia lograda si se colocan también elementos de concreto verticales en las esquinas y en las aberturas de las puertas (fig. 3.3.6), formando así marcos que confinan al adobe, tal y como se hace con la mampostería de tabique cuya eficiencia ha sido ampliamente comprobada. El procedimiento constructivo complementa al de la viga-cadena, de tal manera que los espolones se prolongan hasta la cimentación y sólo hay que añadir castillos con costilla en los bordes de ambas

puertas. Para las viviendas que carecen de cimentación, hay que contemplar también la construcción de la misma.

Este complemento de refuerzo tiene el inconveniente de ser complicado y costoso ya que, debido a lo ancho de los muros, resultan elementos de concreto muy robustos, además de lo complicado que resulta, en su caso, el colocar cimientos a una vivienda ya construida, implicando también el riesgo de dañar los muros si no se toman precauciones al respecto. Sería inútil aplicar este refuerzo si no se pone cuidado en lograr una liga adecuada entre el concreto y el adobe. Existen casos en los que se ha volteado un muro aún confinado, pues la adherencia entre ambos materiales se ha perdido debido a los fuertes cambios volumétricos del adobe.

b) Elementos verticales de acero

La opción de colocar tensores adicionales de acero, de las mismas características de los horizontales y ligeramente postensados, resulta ser más sencilla (fig. 3.3.7). Cumplen la función de tomar tensiones debidas a momentos flexionantes en el plano del muro y a las concentraciones de esfuerzos en los extremos de los huecos. Sirven además para incrementar la resistencia en cortante de los muros, por los esfuerzos de

Ubicación de tensores

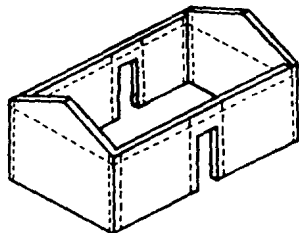


FIG. 3.3.6 Refuerzo con tensores horizontales y verticales de acero.

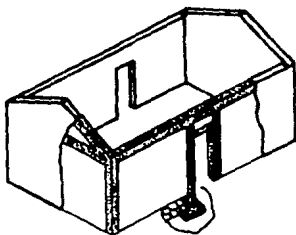


FIG. 3.3.7 Refuerzo con elementos horizontales y verticales de concreto.

compresión generados en el postensado. Está comprobado que aumentan la resistencia de una vivienda previamente reforzada con tensores horizontales, en un 30% aproximadamente, asegurando la integridad de la construcción para aceleraciones sumamente fuertes. Otra ventaja es que se pueden colocar también en una vivienda previamente reforzada con viga-cadena de concreto; ésta combinación puede aumentar al triple la seguridad original de una vivienda sin reforzar.

El procedimiento constructivo es muy similar al de los tensores horizontales. La diferencia en la colocación de los verticales es que para anclarlos en el extremo inferior hay que perforar la cimentación y, en el caso de que ésta no exista, se debe colar una base o muerto de concreto para ahogarlos.

Existe otra opción para mejorar la seguridad colocando elementos verticales de madera, pero ésta solución se descarta ya que hay que colocarlos dentro del muro de adobe lo que hace muy difícil su aplicación pues habría que demoler gran parte de la vivienda.

3.4 COSTOS

De acuerdo a lo mencionado en los incisos anteriores, es de suponer que los costos de construcción de todos los métodos varíen mucho, dependiendo de los materiales y del procedimiento constructivo que se requiera seguir para su ejecución.

Es esencial recordar que estamos hablando de una región en la cual los habitantes viven principalmente del campo y que en general lo que producen es para auto-consumo. En caso de llegar a tener un ahorro familiar, éste es mínimo y está destinado a necesidades prioritarias tales como la salud, complementar la alimentación y el vestir. Es por ello que pensar en una cooperación económica por parte de los habitantes para llevar al cabo el refuerzo, resulta inútil. En lo que sí se puede pensar es en la aportación de materiales locales y en la cooperación con trabajo no remunerado económicamente, pero sí con el beneficio de contar finalmente con una vivienda reforzada contra sismo. Aún así, para dejar por un tiempo sus actividades cotidianas y emplearlo en los trabajos de refuerzo de su vivienda, el morador necesita conocer y estar convencido de las ventajas del mismo, aunque para la vivienda no represente ninguna mejora estética ni para sus habitantes una comodidad adicional.

Actualmente, los materiales que se usan para construcción en la localidad son los que se consiguen en los alrededores de manera natural, tales como madera, tierra, agua, arena y grava. Los únicos materiales que se compran en caso necesario son básicamente el cemento y el acero. Por ello, en algunos de los presupuestos para los diferentes métodos de refuerzo, se puede llegar a considerar una reducción en su monto, dependiendo de la aportación que los habitantes pudieran hacer con materiales locales. Con el fin de conocer el costo real de refuerzo, no se consideró dicha reducción en la elaboración de los presupuestos, sin embargo, sí se mencionará el monto de la misma pues es un dato que puede resultar de gran utilidad al hacer la planeación del proyecto.

Para poder hacer una comparación más clara de los costos de los distintos refuerzos, se tomó una casa "tipo", de características similares al promedio de las casas en el lugar, obtenido de una investigación de campo. En base a sus dimensiones se generó la cuantificación necesaria en cada método para posteriormente aplicar los precios unitarios que se requieran. La casa tipo es la que se mostró en la figura 3.2.1 de este capítulo, de 5.00 m. por 9.00 m. de planta, con una altura de muros de 2.50 m.. El ancho de los muros es de 40 cm. y están formados por bloques de adobe de 40 x 60 x 10 cm. Las únicas

aberturas que tiene son las dos puertas, de 2.10 m. por 0.90 m., ubicadas una frente a la otra en cada uno de los muros largos. Cabe mencionar que las casas con espacios adicionales como cocina o porche, no entraron dentro de este estudio ya que todas ellas tienen características muy diferentes y se necesitará un estudio estructural particular para cada una, lo cual arrojará grandes diferencias en refuerzo, procedimiento constructivo y costos para cada caso.

Por otro lado, al considerar el costo de la mano de obra se idealizó una cuadrilla compuesta por dos peones; esto es debido a que el refuerzo se llevará al cabo por los mismos moradores de las viviendas, los cuales pueden tener escasa o nula experiencia al manejar algunos materiales de construcción y por consiguiente su rendimiento será bajo. El salario que se le ha asignado a los peones de la cuadrilla es el salario base correspondiente a esa región del Estado de Guerrero que es de \$9,920.00 (zona "C"). No se consideraron factores de salario real debido a que estos trabajos no serán remunerados económicamente y de hecho el ingreso real mensual de un campesino de la zona corresponde a una cifra mucho menor que la asignada al salario base. De acuerdo con lo anterior, la cuadrilla quedó integrada como se muestra en la tabla 3.4.1.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

					UNIDAD	
CURSILLA DE LOS PIEDRES.					JGF	

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	GENERADOR	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE

PECN		JGF		0,0000	19,920	19,940

					SUB-TOTAL	19,940
MEGAMIENTA MENOR				1	0,0400	19,940

					TOTAL	120,634

Para tener una idea más clara de los costos y de la inversión que tendrán que realizar tanto la comunidad por beneficiar como los organismos financieros que pudieran interesarse en el proyecto, los presupuestos se presentarán aquí divididos en dos partes: uno de costos de materiales exclusivamente, cuyo monto en algunos casos puede ser reducido si se logran conseguir los materiales locales y otro de costos de mano de obra. Los precios de los materiales no incluyen el I.V.A.

Viga-Cadena de concreto

De acuerdo con la casa tipo, el presupuesto para este refuerzo se compone de la siguiente manera: en primer lugar, es necesario conocer los precios unitarios del concreto y de la cimbra, que son precios básicos para la integración de los precios unitarios de la viga-cadena perimetral y del espolón; estos cuatro precios unitarios se muestran en las tablas 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4 y 3.4.5 respectivamente. Como se podrá observar, estos análisis no incluyen mano de obra, la cual se consideró en un presupuesto aparte, mismo que se verá más adelante.

En caso de conseguir la arena, grava y madera locales, el precio de la cadena por metro lineal podría reducirse hasta \$18,159.00, y el precio unitario del espolón podría reducirse a

CONCRETO F C=150 KG/CM ² , RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MÁXIMO 3/4", FABRICADO EN OBRA.						UNIDAD
						M ³
DESCRIPCION DEL CONCEPTO	GENERADOR	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	I M P O R T E
CEMENTO NORMAL TIPO I EN SACOS	.118 + 71		TON	0.2275	\$297,000	\$62,674
ARENA	.572 + 71		M ³	0.6121	\$17,000	\$10,409
GRASA	.019 + 71		M ³	0.0527	\$10,000	\$5,266
AGUA	.211 + 202		M ³	0.2532	\$1,000	\$253
TOTAL						\$82,602

TABLA 3.4.2 ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO SIN MAZO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO EN OBRA, SUREÑO.

UNIDAD

CINCELA COMUN, CON CUELA EN VIGA-CADENA DE CONCRETO, DE 0.15 X 0.4 MTS.

M2

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	GENERADOR	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
MADERA DE PINO DE SA. DE 1" X 4" X 0.25".	17.8665+10%	78 USOS	PT	1.8792	\$1,500	\$2,819
MADERA DE PINO DE SA. DE 1 1/2" X 2" X 0.25".	5.1290+10%	78 USOS	PT	0.7125	\$1,500	\$1,070
MADERA DE PINO DE SA. DE 1 1/2" X 2" X 0.25".	3.1125+10%	76 USOS	PT	0.5708	\$1,500	\$856
MADERA DE PINO DE SA. DE 2" X 4" X 0.25".	45.8501+10%	78 USOS	PT	5.3044	\$1,500	\$9,457
CLAVO DE 2 1/2".	0.2250+7%	74 USOS	KG	0.0662	\$2,500	\$150
CLAVO DE 2 1/2".	0.18 + 7%		KG	0.1926	\$2,500	\$482
CLAVO DE 3 1/2".	0.2250 + 7%		KG	0.2497	\$3,000	\$722
DIESEL	0.5000 + 20%		LT	0.6000	\$580	\$336
TOTAL						\$15,892

TABLA 3.4.3 ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SIN MANO DE OBRERA, PARA CINCERAR LA VIGA-CADENA EN APULCA, QUERRERO.

DESCRIPCION DEL CONCEPTO	GENERADOR	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
CONSTRUCCION DE CAGENA DE CONCRETO F' C= 150 KG/DOL. DE 43 E 15 CM. DE SECCION CON UNA COSTILLA DE 10 X 2 CM. QUE PENETRA EN EL MURO CUATRO VARILLAS DEL NO. 5 + ESTRIBOS DEL NO. 4 CADA 20 CM. CIMA DE DOS CARAS NO INCLUYE MANO DE OBRA.						
						ML
CONCRETO F' C= 150 KG/DOL. AGREGADO NAT. CIA.	1.062 + 61 DESP.	M ³	0.0668	\$132,453	\$8,912	
CIMA COMUN CON SUELA EN BALA DE REFLEJO.		M ²	0.3600	\$15,892	\$4,768	
ACERO DE REFLEJO F' C= 420 KG/DOL. 5/8" DE DIAMETRO NO. 5.	6.2 + 61 DESP.	LB	6.5720	\$1,365	\$8,971	
ALAMBRE NO. 2 DE DIAMETRO 1/4" PARA ESTRIBOS Y PARA ANCLAR LA TENDUBRE.	1.225 + 41 DESP.	LB	1.2740	\$2,000	\$2,548	
ALAMBRE PEOCIDO NO. 16.	1.153 + 71 DESP.	LB	0.1256	\$2,600	\$321	
AGUA DE TOMA MUNICIPAL.		M ³	0.1116	\$1,000	\$112	
					TOTAL	\$25,631

TABLA D.4.4 ANALISIS DE PRECIO UNITARIO SIN MANO DE OBRA PARA EL REFLEJO CON VIGA-CAGENA DE CONCRETO EN GUTIA, GUERBERG

UNIDAD

M.

CONSTRUCCION DE ESPOLO DE CONCRETO F' C= 150 KG/CM², DE 411 x 40 CM. DE SECCION CON UNA COSTILLA DE 10 x 3 CM. PENETRACION EN CADA MURO: CUATRO VARILLAS DEL NO. 5 x ESTRIOS DEL NO. 2 A CADA 29 CM. CIMBRA 2 CARRAS NO INCLUYE MANO DE OBRERA.

DESCRIPCION DEL ELEMENTO

GENERADOR CANTIDAD

UNIDAD

CANTIDAD

COSTO
UNITARIO

M O R T E

CONCRETO F' C= 150 KG/CM², AGREGADO MAX. 3/4".

0.168 + 61 DESP.

M³

0.1760

\$133,453

\$23,487

CIMBRA COMUN CON OJALA EN CADA DE REFUERZO.

M²

0.9000

\$15,992

\$12,714

ACERO DE REFUERZO F' Y= 4200 KG/CM² 5/8" DE DIAMETRO NO. 5.

6.2 + 61 DESP.

LBS

6.5720

\$1,365

\$8,971

ALAMBRE NO. 2 DE DIAMETRO 1/4".

1.6 + 41 DESP.

LBS

1.6640

\$2,000

\$3,326

ALAMBRE RECORTADO NO. 16.

.1153 + 71 DESP.

LBS

0.1226

\$2,600

\$321

AGUA DE TONA MUNICIPAL.

M³

0.1000

\$1,000

\$101

TOTAL

\$48,917

TABLA 2.4.5 ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PARA EL REFUERZO CON ESPOLO DE CONCRETO Y ELEMENTOS DE CONCRETO HORIZONTALES ADICIONALES EN AVILA, GUAYREPO.

\$41,789.00; sin embargo, considerando costos reales, y de acuerdo con la cuantificación correspondiente y con el procedimiento constructivo propuesto, los presupuestos de materiales a valor comercial y de mano de obra quedaron integrados como se muestra en las tablas 3.4.6 y 3.4.7 respectivamente.

Sumando ambos presupuestos nos da un monto total por casa de \$1'159,482.00, que podría reducirse hasta \$928,882.00 considerando la aportación de materiales locales.

Viga de madera de alma abierta

De acuerdo con la cuantificación en la casa tipo, el presupuesto de materiales a valor comercial quedó integrado como se muestra en la tabla 3.4.8 y el presupuesto de mano de obra, de acuerdo con el procedimiento constructivo propuesto, se muestra en la tabla 3.4.9.

Sumando materiales y mano de obra, el monto para la aplicación de este refuerzo asciende a \$526,355.00 por vivienda. Por lo pronto no se ha considerado ninguna reducción en el presupuesto ya que, si bien es cierto que la madera para los polines se puede conseguir localmente, la correcta fabricación de los mismos implica un trabajo de carpintería más preciso y es

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	F. U.	IMPORTE
CADENA DE CONCRETO DE 40 X 15 CM. CON CUATRO VARILLAS DEL No. 5 Y ESTRIBOS DEL No. 2 A CADA 20 CM. F'c= 150 KG/CM ² .	ML	29.00	125,631	1717,668
ESPOLON DE CONCRETO EN LAS ESQUINAS DE LA VIVIENDA, DE 40 X 40 CM. DE SECCION Y 0.75 M. DE LARGO.	ML	3.00	148,917	1146,751
		TOTAL		1664,419

TABLA 3.4.6 PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA EL REFUERZO CON VIGA-CADENA DE CONCRETO PERIMETRAL EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO/ JORNAL	JORNAL	PRECIO/ JORNAL	IMPORTE
FETIDO DE TEJAS DE LA TECHUMBRE.	M2	58.30	80.00	0.7288	\$20,634	\$15,037
LEVANTAR LAS VIGAS QUE SOSTIENEN A LAS TEJAS.	M2	58.30	120.00	6.4858	\$20,634	\$10,025
LEVANTAR Y APUNTALAR LA TRABE PRINCIPAL EN UNO DE SUS EXTREMOS.	PZA	4.00	12.00	0.3333	\$20,634	\$6,878
DEMOLICION DE LA PARTE SUPERIOR Y LATERAL DEL MURO PARA HACER MUESCAS DE LA CADENA Y EL ESPOLON.	ML	36.00	40.00	0.9000	\$20,634	\$18,571
DEMOLICION DE UN METRO DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LAS ESQUINAS PARA HACER EL ESPOLON.	M2	0.64	10.00	0.0640	\$20,634	\$1,321
CIMBRA CON MADERA DE PINO DE 3a.	M2	10.32	12.00	0.8600	\$20,634	\$17,745
FABRICACION EN OBRA DE CONCRETO F'c= 150 KG/CM2, AGR. MAX. 3/4".	M3	2.40	6.00	0.4000	\$20,634	\$8,254
COLADO DE ESPOLONES EN LAS ESQUINAS DE 0.4 X 0.4 M. INCL. HABILITADO Y ARMADO DE ACERO.	ML	3.00	4.00	0.7500	\$20,634	\$15,476
COLADO DE CADENA DE CONCRETO PERIMETRAL, INCL. HABILITADO Y ARMADO DE ACERO.	ML	28.00	4.50	6.2222	\$20,634	\$128,389
DEMOLICION DE ADOBE EN LA PARTE TRIANGULAR SUPERIOR DE LOS MUROS CORTOS.	M3	1.2	10.00	0.1200	\$20,634	\$2,476
FABRICACION DE TABIQUES DE ADOBE PARA REPOSICION.	CTO	0.50	0.33	1.5152	\$20,634	\$31,264
REPOSICION DE LA PARTE TRIANGULAR SUPERIOR DE LOS MUROS DE ADOBE.	M2	3.00	8.00	0.3750	\$20,634	\$7,738
REGRESO DE TRABE PRINCIPAL Y VIGAS A SU POSICION DEFINITIVA Y AMARRAR.	LOTE	1.00	4.00	0.2500	\$20,634	\$5,159
REPOSICION DE LA TEJA EN LA TECHUMBRE.	M2	58.30	45.00	1.2956	\$20,634	\$26,732
				=====	=====	
			TOTAL		14,2998	\$295,063

TABLA 1.4.7 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA PARA REFORZAR CON VIGA-CADENA DE CONCRETO A LA CASA TIPO DE ARUTLA, GBO.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
POLIN DE 10 X 10 CM.	ML	61.6000	\$4,200	\$258,720
TABLON DE 5 X 10 CM. DE 40 CM. DE LARGO PARA TRAVESANO.	ML	24.6400	\$2,500	\$61,600
CLAVOS DEL 3 1/2".	VE	15.0000	\$3,000	\$45,000
ALAMBRE PARA AMARRAR TECHUMBRE.	KB	7.0000	\$2,000	\$14,000
			TOTAL	\$379,320

TABLA 3.4.8 PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA EL REFUERZO CON VIGA DE MADERA DE ALMA ABIERTA EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO/ JORNAL	JORNAL	PRECIO/ JORNAL	IMPORTE
RETIRO DE TEJAS DE LA TECHUMBRE.	M2	58.30	60.00	0.7288	\$20,634	\$15,037
LEVANTAR Y APUNTALAR LAS VIGAS SI ES NECESARIO.	M2	58.30	120.00	0.4858	\$20,634	\$10,025
LEVANTAR Y APUNTALAR LA TRABE PRINCIPAL EN CADA UNO DE SUS EXTREMOS.	PTA	4.00	12.00	0.3333	\$20,634	\$6,878
HABILITADO Y COLOCACION DE VIGA DE MADERA DE ALMA ABIERTA.	ML	28.00	20.00	1.4000	\$20,634	\$28,888
FABRICACION Y APLICACION DE MORTERO DE LOGO EN EL ALMA DE LA VIGA.	M2	5.60	9.00	0.6222	\$20,634	\$12,839
DEMOLICION DE ADOBE EN LA PARTE SUPERIOR TRIANGULAR DE LOS MUROS EXTREMOS.	M3	1.20	10.00	0.1200	\$20,634	\$2,476
FABRICACION DE TABIQUES DE ADOBE PARA REPOSICION.	CTO	0.5	0.33	1.5152	\$20,634	\$31,264
REPOSICION DEL ADOBE EN MUROS EXTREMOS.	M2	3.00	8.00	0.3750	\$20,634	\$7,738
REGRESO DE TRABE PRINCIPAL Y VIGAS A SU LUGAR DEFINITIVO.	LOTE	1.00	4.00	0.2500	\$20,634	\$5,159
REPOSICION DE TEJAS EN TECHUMBRE.	M3	58.30	45.00	1.2956	\$20,634	\$26,732
					=====	=====
			TOTAL	7.1258		\$147,035

TABLA 3.4.9 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA PARA REFORZAR CON VIGA DE MADERA DE ALMA ABIERTA EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

probable que se tenga que recurrir a un taller para éste proceso.

Refuerzo con malla electrosoldada y aplanado de mortero

En primer lugar, el análisis del precio unitario sin mano de obra para la fabricación de mortero de mezcla es el que se muestra en la tabla 3.4.10. En este caso, también es posible obtener una reducción en el precio considerando a la arena como material local, llegando a un precio unitario reducido de \$102,618.00; pero tomando en cuenta todos los materiales a valor comercial y la mano de obra, los presupuestos para la aplicación de éste refuerzo quedaron integrados como se muestra en las tablas 3.4.11, y 3.4.12 respectivamente.

El monto total para la aplicación de éste método de refuerzo asciende a \$1'560,162.00, pudiendo reducirse hasta \$1'383,710.00 al utilizar materiales locales.

Como ya se mencionó, existe también la posibilidad de colocar perimetralmente una cadena adicional de concreto de la mitad del peralte de la viga-cadena (7.5 cm.), con cuatro varillas del No. 3 y estribos del No. 2 a cada 20 cm., pero sin espolón y sin costilla. Siguiendo los mismos criterios utilizados al presupuestar la viga-cadena, tenemos que el costo de

FABRICACION DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5.					UNIDAD	
					M3	
DESCRIPCION DEL CONCEPTO	GENERADOR	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
CEMENTO NORMAL TIPO I EN SACOS.	.351 + 3%		TGN	0.3615	\$285,000	\$102,305
ARENA.	1.154 + 7%		M3	1.2347	\$32,000	\$39,510
AGUA.	.261 + 20%		M3	0.3132	\$1,000	\$213
					TOTAL	\$142,128

TABLA 3.4.10 ANALISIS DEL PRECIO UNITARIO SIN MANO DE OBRA, PARA LA FABRICACION DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
MALLA ELECTROSOLDADA 6 x 6 - 14-14.	M2	156,3000	\$1,800	\$281,340
ALAMBROX DEL No.2.	KG	26,2080	\$2,000	\$52,416
ALAMBRE REDUCIDO No.16.	KG	40,6000	\$2,600	\$104,000
MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5.	M3	4,4660	\$142,128	\$634,744
ACERO DE REFUERZO FY=4200 16/CM2. DEL No. 2.5, 5/16".	KG	17,9000	\$1,445	\$25,685
TOTAL				\$1,098,265

TABLA 3.4.11 PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA EL REFUEJO CON MALLA ELECTROSOLDADA Y APLANADO DE MEZCLA EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO/ JORNAL	JORNAL	PRECIO/ JORNAL	IMPORTE
COLOCACION DE SUJETADORES DE ALAMBRO ATRAVESANDO LOS MUROS.	FIA	224.00	95.00	2.3333	\$20,634	\$48,146
RETIRO DE TEJAS DE LA TECHUMBRE.	M2	58.30	80.00	0.7289	\$20,634	\$15,037
LEVANTAR LAS VIGAS Y APUNTALAR SI ES NECESARIO.	M2	58.30	120.00	0.4858	\$20,634	\$10,025
COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA ARRASANCOLA A LOS SUJETADORES.	M2	148.66	50.00	2.9772	\$20,634	\$61,432
HABILITADO Y COLOCACION DE VARILLAS DEL No. 2.5 ADICIONALES EN BORDES Y ESQUINAS	LB	17.90	135.00	0.1326	\$20,634	\$2,736
FABRICACION Y APLICACION DE APLANADO DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 DE 2.5 CM. DE ESPESOR.	M2	148.66	10.50	14.1771	\$20,634	\$292,531
REFRESCO DE VIGAS A SU LUGAR DEFINITIVO.	LOTE	1.00	4.00	0.2500	\$20,634	\$5,159
RECOLOCACION DE TEJA DE BARRO EN TECHUMBRE.	M2	58.30	45.00	1.2956	\$20,634	\$26,732
			TOTAL	22.3804		\$461,797

TABLA 3.4.12 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA PARA REFORZAR CON MALLA ELECTROSOLDADA Y APLANADO DE MORTERO EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

construcción de este refuerzo adicional es de \$313,068.00 por materiales y \$165,988.00 por mano de obra (aprovechando lo que ya se ha avanzado en el procedimiento constructivo de la malla). La suma de ambos arroja un monto total de \$479,056.00, pudiendo reducirse a \$376,240.00. si se utilizan materiales locales.

Si sumamos el costo total de la cadena adicional y el costo obtenido anteriormente para la malla y el aplanado, obtenemos un gran total de \$2'039,218.00. Considerando todas las aportaciones de materiales locales para este refuerzo combinado, se puede llegar a un presupuesto mínimo de \$1'759,950.00.

Tensores horizontales de acero

Los presupuestos de materiales a valor comercial y de mano de obra de acuerdo con el procedimiento constructivo propuesto, son los que se muestran en las tablas 3.4.13 y 3.4.14 respectivamente. El concepto denominado "utilización de torno" que aparece en el presupuesto de materiales, corresponde a las roscas que se tendrán que habilitar en los extremos de las varillas para poder tensarlas con una tuerca.

La suma de ambos presupuestos arroja un monto total de refuerzo de \$639.667.00. Existe también la posibilidad de

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
ACERO DE REFUERZO F14200 18/C.M., DEL NÚMERO 4; 1/2" DE DIÁMETRO.	KG	60.6900	\$1,385	\$84,056
PLACAS DE ACERO DE 3/8" DE ESPESOR Y DE 4.0 X 4.0 CM.	FZA	8.0000	\$33,000	\$264,000
TUERCAS DE 1/2".	FZA	16.0000	\$1,500	\$24,000
UTILIZACIÓN DE TORNO PARA HACER LA ROSCA EN LOS EXTREMOS DE LOS TENSORES.	FZA	16.0000	\$10,000	\$160,000
TOTAL				\$532,056

TABLA 3.4.13 PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA EL REFUERZO CON TENSORES HORIZONTALES DE ACERO, EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO/ JORNAL	JORNAL	PRECIO/ JORNAL	IMPORTE
RAJUELO EN JUNTAS ENTRE BLOQUES DE ADGEE.	M2	130.44	35.00	3,7269	\$20,674	\$76,900
MEDIDA DE RAMAÑAS DE 2 X 2 CM. EN LOS MUROS PARA ALOJAR LOS TENSORES.	ML	52.80	100.00	0.5280	\$20,674	\$10,895
HABILITADO Y COLOCACION DE VARILLAS DEL No. 4 EN LAS RAMAÑAS, POSTENSANCOCLAS CON TUERCAS Y PLACAS DE ACERO.	KG	60.69	150.00	0.4046	\$20,674	\$8,379
FABRICACION Y APLICACION DE MORTERO DE LODO EN RAMAÑAS, PARA PROTEGER A LOS TENSORES.	ML	52.80	95.00	0.5558	\$20,674	\$11,468
TOTAL				5.2152		\$107,611

TABLA 3.4.14 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA PARA EL REFUERZO CON TENSORES HORIZONTALES DE ACERO EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO

sustituir las placas de acero por unas de madera, con lo que se puede llegar a un monto total reducido de \$455,667.00. Sin embargo, se trata tan solo de un monto aproximado ya que la calidad de la madera necesaria y la facilidad para conseguirla, son factores que lo pueden afectar notablemente.

Elementos verticales de concreto adicionales

Para presupuestar este refuerzo, hay que definir primero algunos precios unitarios básicos, sin mano de obra. Estos precios son: castillo de concreto de 15 x 40 cm. en los bordes de las puertas (tabla 3.4.15) y zapatas de cimentación en las bases de cada uno de los castillos (tabla 3.4.16). No se analiza el precio unitario del castillo de concreto de 40 x 40 cm. en las esquinas de la vivienda pues es el mismo utilizado para el espolón de concreto en la viga-cadena. Una vez definidos éstos precios básicos, se integraron los presupuestos de materiales a valor comercial y de mano de obra como se muestra en las tablas 3.4.17 y 3.4.18 respectivamente.

Sumando ambos presupuestos, obtenemos un monto total de refuerzo adicional vertical de 1'063,478.00. Siguiendo los mismos criterios utilizados para los métodos anteriores, tenemos que el

CONSTRUCCION DE CASTILLO DE CONCRETO F104 150 #/M ³ CM DE 45 X 15 CM. DE SECCION CON UNA MUESCA DE 10 X 3 CM. QUE PENETRA EN EL MURO. CUATRO VARILLAS DEL NO. 5 + ESTIROS DEL NO. 2 A CADA 20 CM. CIMENTA DE TRES CAPAS. NO INCLuye MARG DE GRFA.						UNIDAD
						M
DESCRIPCION DEL CONCEPTO	GENERALES	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	UNITARIO
CONCRETO F104 150 #/M ³ CM, AGREGADO NAT. C14.	1.507 + 65 DESP.	M3		0.0008	\$123,450	\$6,712
CIMENTA COMUN CON CUBELA EN OTRA DE REFUERZO.			M2	0.4500	\$15,872	\$2,151
ACEPO DE REFUERZO F104 400# #/M ³ CM 3.6" DE DIAMETRO NO. 5.	6.2 + 65 DESP.	#		6.5720	\$1,365	\$5,971
ALAMBRE NO. 2 DE DIAMETRO 1/4".	.875 + 41 DESP.	#		9.9100	\$2,000	\$1,820
ALAMBRE PEOCIDO NO. 16.	.1155 + 71 DESP.	#		0.1236	\$2,605	\$221
AGUA DE TONA MUNICIPAL.			M3	0.1116	\$1,000	\$112
TOTAL						\$27,287

TABLA 1.4.5 ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PARA EL REFUERZO ADICIONAL CON CASTILLOS DE CONCRETO EN LOS BARRILES DE MUERTOS.

FABRICACION DE CUNETA DE CIMENTACION DE 60 X 60 CM. Y 15 CM. DE PEPALETE, CON CONCRETO FICHAISO #5/DIC. Y VARILLAS DEL NO. 3 A CADA 20 CM. EN AMBOS SENTIDOS.						UNIDAD
						PIE
DESCRIPCION DEL CONCEPTO	GENERADOR	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	S M P D F T E
CONCRETO FICHAISO #5/DIC. AGREGADO 3.4%		1.045 + 61 DESP.	MC	0.0477	\$122,452	\$6,366
CIMSA COMA.			M2	0.3660	\$15,892	\$5,721
ACERO DE REFUERZO FICHAISO #5/DIC. DEL NO. 3.		3.584 + 6% DESP.	KG	2.7996	\$1,426	\$5,422
ALAMBRE PEGADO NO. 16.		1.155 + 7% DESP.	KG	0.1226	\$2,600	\$321
AGUA.			MC	0.1116	\$1,600	\$182
TOTAL						\$17,952

TABLE 2.4.13 - ANALYSIS OF UNIT PRICE WITHOUT WASTE OF OVERLAP, FOR THE FABRICATION OF A CURB OF CEMENTATION IN ELEMENTS OF CONCRETE VERTICALS ADDITIONAL IN HEIGHT. SHEET 24.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
CASTILLO DE CONCRETO DE 40 X 40 CM. CON CUATRO VARILLAS DEL No. 5 Y ESTRIBOS DEL No. 2 A CADA 20 CM. F'c= 150 KG/CM ² .	ML	8.40	\$48,917	\$410,903
CASTILLO DE CONCRETO DE 15 X 40 CM. CON CUATRO VARILLAS DEL No. 5 Y ESTRIBOS DEL No. 2 A CADA 20 CM. F'c=150 KG/CM ² . CINGFA TRES CARAS. (BORDES DE PUERTAS)	ML	11.40	\$27,287	\$311,072
JAFATA DE CIMENTACION DE 60 X 60 CM. Y ALTURA MEDIA DE 12.5 CM. VARILLAS DEL No. 3 A CADA 20 CM. EN AMBOS SENTIDOS CONCRETO F'c=150 KG/CM ² .	PZA	8.00	\$17,952	\$143,616
			TOTAL	\$865,591

TABLA 3.4.17 PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA EL REFUERZO VERTICAL ADICIONAL DE CONCRETO EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO/ JORNAL	JORNAL	PRECIO/ JORNAL	IMPORTE
DEMOLICION DE MUROS DE ADOSAR EN SUS ESQUINAS PARA COLAR CASTILLO DE CONCRETO.	M3	1.12	10.00	0.1120	\$20,634	\$2,311
DEMOLICION DE LOS BORDES DE LOS MUROS PARA HACER LA MUESCA DEL CASTILLO.	ML	24.00	40.00	0.6000	\$20,634	\$12,380
EXCAVACION EN DEPAS DE 50 CM. DE PROF. PARA HACER ZAFATAS DE CIMENTACION.	M3	2.56	4.50	0.5689	\$20,634	\$11,738
CIMBRA CON MAZERA DE PINO DE 34.	M2	15.00	12.00	1.2500	\$20,634	\$25,793
FABRICACION EN OBRA DE CONCRETO F' C= 150 KG/CM2, ASF. IVA. 3/4".	M3	2.02	6.00	0.3367	\$20,634	\$6,947
COLADO DE ZAPATA DE CIMENTACION DE 60 x 60 CM. CON VARILLA DEL NO.3 Y CONCRETO F' C=150 KG/CM2 INCL. ARMADO Y HABILITADO DE ACEPO Y CONSOLIDACION DE FONDO.	FIA	8.00	5.00	1.6000	\$20,634	\$33,014
COLADO DE CASTILLO DE CONCRETO DE F' C=150 KG/CM2. 4 VARILLAS DEL NO.5 SECCION 40 x 40. INCL. ARMADO Y HABILITADO DE ACEPO.	ML	8.40	4.00	2.1000	\$20,634	\$43,331
COLADO DE CASTILLO DE CONCRETO DE F' C=150 KG/CM2. 4 VARILLAS DEL NO.5 SECCION 15 x 15. INCL. ARMADO Y HABILITADO DE ACEPO.	ML	11.40	4.00	2.8500	\$20,634	\$58,807
RELLENO COMPACTADO CON FISON DE MANO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION.	M3	1.73	10.00	0.1728	\$20,634	\$3,566
				*****	*****	
TOTAL					9.5904	\$197,987

TABLA 3.4.18 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA PARA EL REFUERZO CON ELEMENTOS DE CONCRETO VERTICALES ADICIONALES EN LA CASA TIPO DE AJUTLA, GUEPFEFO.

presupuesto puede reducirse hasta \$911,541.00. La reducción puede llegar a ser aún mayor en caso de que la vivienda cuente ya con una cimentación aceptable, eliminandose consecuentemente la construcción de las zapatas.

Tensores verticales de acero adicionales

Los presupuestos de materiales a valor comercial y de mano de obra para la colocación de los tensores verticales quedan integrados como se muestra en las tablas 3.4.19 y 3.4.20 respectivamente.

La suma de ambos presupuestos arroja un monto total de refuerzo adicional de \$732,049.00, pudiendo reducirse hasta \$532,495.00, sin olvidar que en éste caso se trata tan solo de un monto reducido aproximado, debido a las razones mencionadas en el presupuesto de tensores horizontales.

3.5 RESUMEN

En la tabla 3.5.1 se enumeran los diferentes métodos de refuerzo y sus tres aspectos más importantes, que son: costo de materiales y mano de obra, facilidad de ejecución (lo cual se refleja en el tiempo empleado para la misma) y eficiencia en

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM ² , DEL NUMERO 4, 1/2" DE DIAMETRO.	KG	73.3300	\$1,385	\$101,562
PLACAS DE ACERO DE 1/2" DE ESPESOR Y DE 40 X 40 CM.	FZA	8.0000	\$33,000	\$264,000
TUERCAS DE 1/2".	PZA	24.0000	\$1,500	\$36,000
UTILIZACION DE TORNO PARA HACER LA ROSCA EN LOS EXTREMOS DE LOS TENSORES.	PZA	24.0000	\$10,000	\$240,000
MUERTO O BASE DE CONCRETO DE 40 X 40 CM. DE SECCION Y 30 CM. DE PROFUNDIDAD PARA ANCLAR LAS VARILLAS EN LA PARTE INFERIOR DE LOS MUROS.	M3	0.3840	\$133,453	\$51,246
TOTAL				\$692,808

TABLA 3.4.19 PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA EL REFUERZO ADICIONAL CON TENSORES VERTICALES DE ACERO EN LA CASA TIPO DE AYUTLA, GUERRERO.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PERCENTAJE/ JORNAL	JORNAL	PRECIO/ JORNAL	IMPORTE
MEQUERA DE FANJAS DE 2 X 2 CM. EN LOS MUROS PARA ALCAR LOS TENSORES.	ML	61.00	100.00	0.6000	\$20,634	\$12,361
EXCAVACION EN LA PARTE INFERIOR DE LOS MUROS PARA COLAR EL MUERTO DE CONCRETO.	M ²	1.16	4.50	0.9852	\$20,634	\$1,761
FABRICACION DE CONCRETO Y COLADO DE BASE DE CONCRETO DEJANDO ANCHAS LAS VARI- LLAS PARA FOSTENSADO.	M ³	0.52	4.00	0.6960	\$20,634	\$1,761
HABILITADO Y COLOCACION DE VARRILLAS DEL No. 4 EN LAS FANJAS, FOSTENSANGULAS CON TUERCAS Y PLACAS DE ACEPO.	LB	73.33	150.00	0.4889	\$20,634	\$10,067
FABRICACION Y APLICACION DE MORTERO DE LODO EN LAS FANJAS PARA PROTEGER A LOS TENSORES.	ML	60.00	95.00	0.6316	\$20,634	\$13,022
			TOTAL	1.9018		\$39,241

TABLA 3.4.10 PRESUPUESTO DE MANO DE OERA PARA EL REFUERZO ADICIONAL CON TENSORES VERTICALES DE ACEPO
EN LA CASA TIPO DE 4-UTLA, GUERRERO.

MÉTODO DE REFUERZO	RESUMEN DE PRESUPUESTOS SIN CONSIDERAR APORTACION DE MATERIALES LOCALES:				RESUMEN DE PRESUPUESTOS CONSIDERANDO APORTACION DE MATS. LOCALES:				TIEMPO APROX. DE EJECUCION (JORN)	INCREMENTO SOBRE SEGUIMIENTO ORIGINAL (%)
	COSTO DE MATERIALES	COSTO DE MANO DE OBRA	MONTO TOTAL MATS. Y M.O.	PRECIO POR M ²	% DE MATS. APORTADOS	COSTO DE MATERIALES LOCALES	MONTO TOTAL MATS. Y M.O.	PRECIO POR M ²		
VIGA-CADENA PERIMETRAL DE CONCRETO.	864,419	295,063	1,159,482	25,766	36	633,819	928,882	20,642	14.2998	270
VIGA DE MADERA DE ALMA ABIERTA.	379,320	147,035	526,355	11,697	0	0	0	0	7.1259	250
MALLA Y APLAMADO DE MEZCLA.	1,098,365	461,797	1,560,162	34,670	19	921,913	1,383,710	30,749	22.3804	300
TENSORES HORIZONTALES DE ACERO.	532,056	107,611	639,667	14,215	73	308,056	415,667	9,237	5.2152	210
CADENA DE CONCRETO PARA COMPLEMENTAR EL REFUERZO CON MALLA Y APLAMADO.	313,068	165,988	479,056	10,646	49	210,252	376,240	8,361	8.0444	> 300
ELEMENTOS VERTICALES DE CONCRETO.	865,591	197,887	1,063,478	23,633	21	713,654	911,541	20,256	9.5503	> 300
TENSORES VERTICALES DE ACERO.	692,808	39,241	732,049	16,268	53	453,254	492,495	10,944	1.9018	270 *
										300 **

* COMBINADO CON TENSORES HORIZONTALES DE ACERO.

** COMBINADO CON VIGA-CADENA DE CONCRETO.

TABLA 3.5.1 RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE REFUERZO PARA VIVIENDAS DE ADOBE EN AYULTA, GUERRERO.

aumentar la seguridad original contra sismo de la vivienda.

El criterio para decidir cuál es el método de refuerzo más adecuado para cada vivienda debe basarse fundamentalmente en los tres aspectos mencionados, los que, a su vez, dependerán de:

- a) La situación económica tanto familiar como de la comunidad en su conjunto y la posibilidad de conseguir financiamiento.
- b) La disponibilidad y la posibilidad de la población para cooperar tanto con trabajo y tiempo como con materiales locales.
- c) La posibilidad de contar con la asesoría técnica necesaria tanto para determinar el nivel de seguridad actual de cada vivienda como para llevar al cabo su refuerzo.

El conocer a fondo la situación sobre todos éstos aspectos servirá para hacer una correcta planeación y una eficiente promoción, organización, asesoría técnica y distribución de recursos financieros durante el desarrollo de los trabajos.

CAPITULO IV

PLANEACION, ORGANIZACION Y PROMOCION DE LOS TRABAJOS

4.1 INTRODUCCION

Para llevar al cabo el proyecto de refuerzo sísmico en poblaciones rurales del Estado de Guerrero es necesario recordar que, dadas las características económicas, sociales y culturales de la región, y las propias del proyecto, es muy difícil generalizar y extrapolar condiciones aún dentro del mismo Estado. Es por eso que, al limitar un estudio de este tipo a una localidad del Estado, se logran conocer más a fondo las características y condiciones que privarán en el proyecto tanto en sus etapas de planeación y organización como en las de dirección y control.

Considerando el bajo nivel de vida que impera en la localidad y su rezago en cuanto a progreso se refiere (los cuales no implican falta de solvencia moral, organización social, cultura y tradiciones propias y conciencia de su situación respecto al resto del país), es evidente que el proyecto de refuerzo sísmico en las viviendas, por sí mismo, no resulta atractivo, puesto que no respeta prioridades palpables de nivel de vida tales como el abastecimiento de agua potable, drenaje,

piso de cemento, etc. las cuales ya han sido parte integrante de otros programas de beneficio a comunidades rurales en el mismo Estado, contando con amplio apoyo por parte de la población involucrada.

Es por eso que se ha pensado en la posibilidad de proponer planes de beneficio integral en los cuales, además del refuerzo sísmico, se contemplen también mejoras en el nivel de vida dentro de las viviendas, como un aliciente para promover el interés en el proyecto por parte de la comunidad. De ahí que el proyecto debe contener aspectos humanos y sociales, independientes del técnico y el económico, en los cuales se tome en cuenta una etapa de promoción de la conciencia de "vivir mejor" y del impacto positivo que esto puede representar a nivel personal, familiar y social, en la comunidad.

Para que el proyecto se desarrolle satisfactoriamente es necesaria, a grandes rasgos, la integración de dos partes en todas sus etapas: la primera y más importante es la comunidad, y la segunda la componen las entidades y las personas que van a contribuir con su apoyo técnico y administrativo en todos los aspectos del proyecto. Es esencial tomar en cuenta que no se pretende "regalar" a la comunidad todo el proyecto y su ejecución en una actitud paternalista, sino que, apoyados por gente

capacitada en ingeniería, organización, administración y financiamiento, los mismos moradores sean quienes también contribuyan para su propio progreso, cimentando así una conciencia de trabajo en comunidad y la confianza en sí mismos a manera de herencia y patrimonio cultural, para que las futuras generaciones desarrollen y realicen, por su cuenta, proyectos tanto de ingeniería como de otro tipo.

4.2 PLANEACION

El primer paso para una planeación adecuada es definir o recordar los objetivos del plan a seguir. En este caso, el objetivo principal es mejorar las condiciones de seguridad en las casas de adobe en el Estado de Guerrero, tomando en cuenta que se trata de una zona de alta sismicidad implicando un alto riesgo para las vidas de los habitantes del lugar. Existen, sin embargo, otros objetivos que, si bien no tienen la importancia del primero, van a contribuir para la realización de éste y de todo el programa. Estos objetivos son:

a) Contribuir al proceso educativo en construcción y seguridad ante sismos a través de la plena participación de la comunidad en la formulación y ejecución del programa.

b) Contribuir a la descentralización y municipalización de los servicios en cualquier área de construcción, operación y mantenimiento de obras, sobre todo en cuanto a la ejecución de este tipo de programas se refiere.

En la figura 4.2.1 se muestra un diagrama de flujo en el que se idealizan los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto desde su planeación hasta el momento en que se inicia su construcción.

Una vez identificados los objetivos, se procederá a realizar una investigación de campo la cual tendrá como objetivos, a su vez, los de: informar a las autoridades municipales y locales acerca del proyecto, conocer a grandes rasgos el lugar en el cual se va a trabajar, tanto geográfica, como económica y socialmente y obtener datos técnicos preliminares que permitan desarrollar las alternativas de solución y preestimar el costo de las obras de refuerzo sísmico, tanto individualmente como en su conjunto, para que, conociendo las opciones de financiamiento, se pueda hacer una correcta distribución de los recursos económicos disponibles. Para ello se seleccionará el universo de trabajo en el cual se va a desarrollar el programa a partir del número total de viviendas existentes en la localidad. De los resultados de la investigación de campo se definirán los lineamientos que regirán

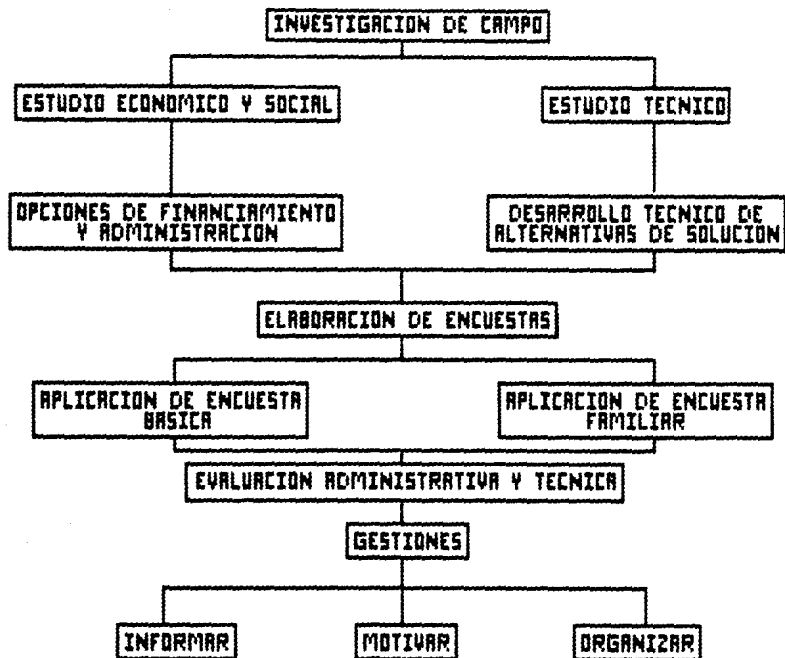


FIG. 4.2.1

el diseño de unas encuestas que posteriormente se aplicarán con el fin de obtener información más detallada tanto a nivel general como familiar.

Debido a que la planeación y organización del proyecto dependerá en gran medida de los resultados obtenidos en la investigación de campo y por consiguiente de las encuestas, éstas deberán ser elaboradas con mucho cuidado tratando de obtener de manera sencilla y concreta, todos los datos definitivos, necesarios para la elaboración del programa. Es por eso que se ha pensado en la aplicación de dos de ellas. La primera de información básica y la segunda a nivel familiar.

La encuesta de información básica toma como fuente a las autoridades locales ya sean comisarios, representantes municipales, ejidales, maestros de escuela, representantes de vecinos, etc., con el fin de obtener información más exacta concerniente a clima, geografía, economía de la comunidad, disponibilidad para cooperar en planes similares basándose en experiencias anteriores, y en general toda la información existente acerca de la localidad y de su población. Es evidente que, dada la variedad y amplitud de los datos por obtener, es difícil pensar en el diseño de una encuesta formal y en el estricto apego a los lineamientos que ésta pudiera marcar, sobre

todo tomando en cuenta que existen grandes diferencias tanto sociales y culturales así como de disponibilidad de datos por parte de las personas y entidades a las cuales se aplicaría dicha encuesta. De hecho se debe pensar que en algunos casos extremos, más que de una encuesta, se tratará de una entrevista en la cual la información requerida se obtendrá principalmente de la tradición oral.

La segunda encuesta, aplicada en forma individual a los jefes de familia, pretende obtener datos específicos de cada vivienda, como: dimensiones, tipo de construcción, cimentación, tipo de techumbre, edad de la construcción, daños evidentes por sismo u otras causas y estado actual de la construcción, servicios con que cuenta, etc.; y de sus moradores, como: número de habitantes, edades, principal fuente de ingreso mensual o anual y el monto de éste, experiencia en trabajos de construcción, disponibilidad para cooperar con el proyecto tanto en mano de obra como en aportaciones de efectivo o materiales, etc.. A través de la aplicación de un cuestionario bien definido y cuyos resultados estarán enfocados a la integración de un expediente, se logrará encaminar la planeación adecuadamente para alcanzar sus objetivos.

La aplicación de las encuestas requiere de una sencilla pero eficiente organización. Habrá que trazar un itinerario basándose en la distribución de las viviendas en el lugar, de tal manera que se visiten el mayor número de casas en el menor tiempo posible. Las visitas domiciliarias se pueden hacer integrando una brigada de dos personas de tal manera que la pareja esté formada por un técnico con experiencia en obras y un experto en promoción social o trabajo social.

Para el análisis y la evaluación de la información recabada será necesario concentrarla en hojas de resumen, sobre todo para su aprovechamiento por parte de:

- El equipo técnico que se responsabilizará de la ejecución de las obras consideradas en el proyecto.
- El equipo administrativo, para la asignación de los recursos disponibles, de tal manera que se aprovechen eficientemente beneficiando al mayor número de familias posible de acuerdo con sus necesidades particulares.
- El equipo de promoción y trabajo social, para lograr un apoyo convencido y acorde a las posibilidades de cada familia por beneficiar y de la comunidad en general.

4.3 PROMOCION COMUNITARIA

Para llevar al cabo el proyecto, es necesario contar con una promoción adecuada, recordando que esta debe hacerse antes, durante y después de las obras.

El primer paso de promoción ocurre al informar a las autoridades locales acerca del proyecto e iniciar la investigación de campo (Ref. 15). De este modo se logran detectar las necesidades de la comunidad en materia de refuerzo sísmico y sensibilizar a la población preliminarmente acerca de los beneficios de dicho refuerzo.

Una vez levantadas las encuestas e identificadas y evaluadas claramente las necesidades en cuestión, se pueden empezar las gestiones para trámites administrativos y una investigación de mercado sería para la adquisición de equipo y materiales de construcción. Posteriormente, ya con propósitos formales y definidos, se volverán a realizar trabajos de campo estableciendo contacto directo con la comunidad, con la idea de:

-Informar a toda la población representada por las autoridades locales y los jefes de familia, de los objetivos del programa y

de los resultados de las encuestas previamente levantadas, de tal manera que se puedan confirmar los datos recabados.

-Motivar a la población para que realice: aportaciones en especie, como materiales locales (piedra, grava, arena, etc. y transporte de los mismos hasta el sitio de trabajo); aportaciones en efectivo, dependiendo de las posibilidades de cada familia; acciones para su beneficio, como mano de obra no calificada, cuantificada y valorizada en pesos.

-Organizar a la comunidad para que participe activamente en la organización y establecimiento de un Comité de Obras permanente, tanto para la construcción de las obras como para su posterior mantenimiento, ya que debemos recordar que la construcción sirve como un medio para lograr la seguridad de los habitantes dentro de sus viviendas. Por lo anterior, es importante que la Presidencia del Comité recaiga en una persona entusiasta y participativa, independientemente de que sea autoridad local o no.

Cabe destacar que la promoción comunitaria debe hacerse preferentemente a través de medios orales y no escritos, como manuales o folletos, ya que, dado el analfabetismo que existe en el lugar, resultaría poco eficiente hacerlo de éste modo.

4.4 ORGANIZACION, DIRECCION Y CONTROL

El primer paso al plantear una organización para el proyecto, es definir el organigrama correspondiente. Este se muestra en la figura 4.4.1.

En el organigrama hay que destacar los siguientes aspectos:

a) Dado que se trata de un proyecto de beneficio social, corresponderá al sector público tomar la dirección y la responsabilidad sobre el mismo, a través de la dependencia estatal o federal que éste sector tenga a bien designar. Las funciones que éste organismo responsable tendrá, serán las de:

- Definir las políticas de organización, dirección y control del programa, vigilar que éstas se cumplan en todo momento y tomar decisiones encausando el desarrollo del mismo hacia el objetivo final.

- Promover y gestionar, al más alto nivel, lo que el proyecto necesite tanto en sus aspectos técnico y financiero como en sus aspectos económico y social.

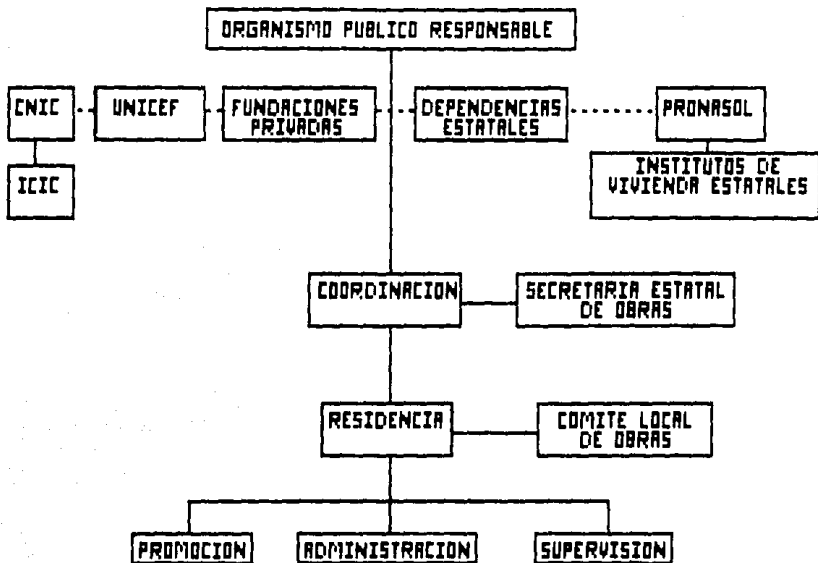


FIG. 4.4.1

- Informarse e informar periódicamente sobre los avances del proyecto a las dependencias e instituciones involucradas, tanto públicas como privadas.

b) El organismo responsable contará con el apoyo económico y financiero del PRONASOL a través de las instituciones estatales de vivienda (FOVISSSTE, INFONAVIT, etc.) y, en su caso, de alguna otra institución nacional o internacional interesada en participar en el proyecto, como fundaciones privadas o el UNICEF, que ha aportado apoyo, tanto técnico como económico, para otros proyectos de beneficio social en el mismo Estado.

c) El apoyo técnico será a través de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción por medio del programa "Construyamos Juntos", que promueve el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (I.C.I.C.) para la capacitación de obreros no dedicados a la construcción.

d) El organismo responsable deberá contar, además, con el apoyo de algunas dependencias estatales participantes, como la Secretaría de Obras del Estado, la Secretaría de Comercio, así como de programas operativos como el de Atención Primaria de la Salud y cualquier otro programa que pudiera estar involucrado directa o indirectamente en alguna de las etapas del proyecto.

e) El organismo responsable dirigirá el programa a través de una Coordinación, la cual trabajará estrechamente con la Secretaría de Obras correspondiente.

Las funciones del Coordinador del Programa serán:

a) Coordinar y supervisar las obras a través de la Residencia de Obra.

b) Promover y establecer mecanismos de cooperación y coordinación con las dependencias e instituciones participantes en el programa.

c) Establecer la coordinación necesaria con las autoridades municipales y locales.

d) Informar periódicamente al organismo responsable de los avances de obra y de los problemas que se vayan presentando.

Por su parte, la Residencia de obra tendrá a su vez las funciones de:

a) Responsabilidad de la parte operativa del proyecto.

b) Trabajar en conjunto con la Coordinación e informarle periódicamente de los avances de obra y los problemas que se vayan presentando.

c) Diseñar y establecer, junto con la Coordinación, los mecanismos de promoción y coordinación con la comunidad y sus autoridades locales y municipales.

d) Coordinar y supervisar los trabajos.

e) Llevar un control de los recursos para construcción, ya sean aportados o adquiridos para el programa.

f) Llevar un control de la parte administrativa y contable de las obras.

g) Responsable de la promoción social directamente en la comunidad y con sus autoridades.

h) Elaborar, junto con el Comité de Obras local, un manual de autoconstrucción de viviendas de adobe sismo-resistentes, basado en los métodos de refuerzo aplicados y en las experiencias adquiridas al llevarlos al cabo. Dicho manual quedará en poder

del Comité de Obras local al final de los trabajos, mismo que se encargará de su futura difusión a la comunidad.

El Comité de Obras local tendrá las funciones de:

a) Organizar a la población de tal manera que se cumplan los objetivos del proyecto, desarrollando un programa de organización interna permanente durante la construcción de las obras, para su posterior mantenimiento y para la futura capacitación y asesoría a la gente que desee construir nuevas viviendas sismo-resistentes.

b) Lograr que se cumplan las aportaciones de la comunidad previamente comprometida.

c) Coordinar, junto con la residencia, el desarrollo de las obras y sobre todo de la promoción social.

d) Registrar y archivar de manera ordenada todos los datos referentes a métodos constructivos, facilidad de ejecución, rendimientos, costos y toda la información que se derive de la experiencia del refuerzo, de tal manera que sirva como base para la correcta construcción de viviendas nuevas a futuro.

4.5 FINANCIAMIENTO

La opción mas factible para el financiamiento de las obras se basa en el programa "Construyamos Juntos" que ha sido promovido por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC) en coordinación con el Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL) y su programa "Crédito a la Palabra" (Ref. 7).

De acuerdo con el artículo 16 del Reglamento de la Ley de Obra Pública, los constructores que realizan obra pública deben estar inscritos en la CNIC y ésta exige que se le aporte el 2 al millar de su obra contratada, tanto pública como privada. Parte de éstos recursos es destinada a la capacitación de los obreros de la construcción.

El programa "Construyamos Juntos" es un programa de autoconstrucción que contempla la participación y colaboración de autoridades gubernamentales, grupos nacionales y privados y constructores, en programas de mejoramiento de la vivienda circunscribiéndose en los lineamientos de construcción y financiamiento. Se coordina con en el denominado "Crédito a la Palabra" que consiste en financiamientos individuales de monto

reducido destinados a la adquisición de insumos básicos.

Así, el programa "Credito a la Palabra" financia la construcción de su vivienda a quienes ganan menos de 2.5 veces el salario mínimo, sean o no asalariados, mediante los organismos financieros especializados en la vivienda como el INFONAVIT, FOVISSSTE, FONHAPO y los institutos de vivienda estatales.

Por su parte, la CNIC y sus Delegaciones que capten recursos de obra privada, apoyados en el gobierno estatal y municipal, se comprometen a capacitar, a través del Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICIC), a quienes obtuvieron el crédito y que no son obreros de la construcción, para que puedan edificar, terminar o mejorar su vivienda con la técnica y especificaciones necesarias para que sea sólida y durable.

En las instituciones de vivienda de cada Estado, debe existir un fideicomiso que se encarga de estudiar los créditos y aportar los recursos. Una vez autorizado el crédito, la institución da al interesado unos vales para ser canjeados por los materiales necesarios para la construcción y el proveedor acude a dicho fideicomiso para hacer efectivos sus vales.

El acreditado, una vez demostrada su solvencia moral y

autorizado el crédito, acude al ICIC en el Estado, en donde gratuitamente se le brinda la capacitación y asesoría y se le asigna un instructor que vigila periódicamente el avance de la obra. Por supuesto, tratándose de un grupo grande de gente por capacitar y asesorar, no será difícil negociar que el instructor o instructores asignados acudan directamente a la localidad, logrando así una mayor eficiencia en la etapa constructiva del programa.

El programa "Construyamos Juntos" ya se ha implantado en algunos Estados de la República como Nuevo León, Jalisco y Sonora. En el Estado de Guerrero aún no se implanta pero es una buena oportunidad para promoverlo, ya que se trata de un programa cuyos alcances pretenden ser a nivel nacional, de acuerdo con datos proporcionados por la misma CNIC.

El programa "Construyamos Juntos" representa una alternativa viable para el financiamiento del proyecto de refuerzo sísmico ya que reúne los requisitos de asesoría técnica directa a los interesados y recursos materiales disponibles. Para su aplicación en la localidad específica se puede solicitar el crédito para cada familia, dependiendo del tipo de refuerzo y de las mejoras que sus viviendas requieran. Estos datos se desprenden de las encuestas familiares, por lo cual no es difícil que el

Coordinador del programa gestione, con todos los datos a su disposición y junto con la dependencia estatal participante, los créditos para todas aquellas familias interesadas en el proyecto, logrando así la rápida implantación del programa en el Estado pues serán varios los créditos a solicitar, respaldados por el Organismo responsable del proyecto. De esta manera se logra además una mejor administración y control de los recursos por parte de la Residencia y la Coordinación, y un ahorro de tiempo y dificultades para los habitantes y para el proyecto mismo, ya que aquéllos difícilmente podrían conseguir el crédito por su cuenta.

Hay que resaltar que, para la implantación y funcionamiento del programa en el Estado, será necesario involucrar a la CNIC, los tres niveles de gobierno (Federal, Estatal y Municipal), los distintos Colegios de Ingenieros y Arquitectos y a los distribuidores de materiales de construcción. Se necesitará una amplia disposición y participación por parte del Organismo responsable del proyecto para lograr integrar a todas las partes y encaminarlas hacia el objetivo final, a corto plazo.

Desde luego, existen otras fuentes de financiamiento que no se deben olvidar, tales como el UNICEF, ya sea con fondos propios o como canalizador de fondos de gobiernos extranjeros; recursos estatales, recursos federales, y los mismos créditos de los

bancos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), además de las aportaciones que pueda hacer la propia comunidad interesada. Dependerá del Organismo responsable, la negociación con todas las posibles fuentes de financiamiento para llegar a un acuerdo que, sin perder de vista su intención de beneficio social, haga factible el proyecto.

A manera de ejemplo, se puede citar el Programa de Saneamiento Básico (Ref. 15) que se implantó, en su primera etapa, en algunos municipios del Estado de Guerrero, el cual contó con un financiamiento del 75% por parte del gobierno de Canadá, canalizado a través de UNICEF para la adquisición de materiales y equipo; 10% por parte del Gobierno del Estado para sueldos y viáticos del personal de supervisión y 15% por aportaciones de las comunidades beneficiadas por concepto de materiales locales de construcción y mano de obra no especializada.

En su segunda etapa, el Programa de Saneamiento Básico en el Estado de Guerrero contó con un financiamiento del 50% de fondos propios del UNICEF para materiales y equipo de construcción, 35% de fondos del Gobierno del Estado para el pago de servicios de todo el personal necesario y el 15% de aportaciones de las comunidades beneficiadas.

Esto marca un buen antecedente de cooperación en el Estado, tanto de las comunidades como de las autoridades municipales y estatales, y ha cimentado la confianza para el financiamiento de futuros programas similares en la entidad.

4.6 CAPACITACION PERMANENTE Y MANUAL DE AUTOCONSTRUCCION.

El desarrollar y hacer realidad un proyecto de refuerzo sísmico en cualquier comunidad rural del país implica un gran esfuerzo de todas las partes involucradas, con el que se logra aumentar la seguridad de las viviendas existentes. Sin embargo, todo éste esfuerzo resultará poco eficaz si no se considera también que el alto índice de crecimiento de las poblaciones rurales traerá consigo una fuerte demanda de viviendas nuevas, las cuales ya deben ser pensadas y construidas para ser sísmo-resistentes. Por ello, es fundamental contemplar un programa adicional de capacitación para la adecuada autoconstrucción de viviendas.

La idea es que, aprovechando la experiencia adquirida al llevar al cabo el refuerzo en las viviendas existentes, y de la misma manera como los métodos tradicionales se han transmitido de generación en generación, se fomente una nueva tradición en la

construcción, la cual, por supuesto, respetará en gran medida los patrones culturales locales. Basándose en todo esto, se deberá realizar, como ya se mencionó anteriormente en este capítulo, un manual de autoconstrucción sencillo y accesible de acuerdo al nivel cultural de la población en general, para que quede en poder del Comité de Obras local, el cual a su vez se encargará de su posterior difusión. El manual debe ser preferentemente gráfico y debe contemplar los siguientes aspectos:

a) Información general sobre sismos y sus consecuencias, y la importancia de construir viviendas sismo-resistentes. Todo esto con el fin de concientizar a la población, sin pretender alarmarla.

b) Características deseables en la vivienda como: profundidad y ancho de cimentación; longitud, altura y ancho de los muros así como el correcto diseño de las juntas entre bloques de adobe en toda la casa, incluyendo sus esquinas; tamaño y localización de las puertas; techumbre en general.

c) Información sobre: cuáles son los materiales ideales para cimentación, muros y techumbre; cómo identificarlos y qué pruebas sencillas de campo se pueden realizar para determinar su calidad; el modo correcto de fabricación y manejo del adobe estabilizado,

concreto, morteros de mezcla y de lodo, etc.; en general, todos los datos concernientes a aquellos materiales necesarios para la construcción de una vivienda reforzada.

d) Recomendaciones para seleccionar adecuadamente el sitio donde se va a desplantar la casa y proposición de un procedimiento constructivo sencillo, claro, ordenado y coherente.

e) Recomendaciones básicas para el posterior mantenimiento de las viviendas.

f) Información general sobre a quién acudir y qué requisitos cumplir en caso de necesitar asesoría técnica o apoyo financiero.

El programa adicional de capacitación debe ser permanente y estará bajo la responsabilidad del Comité de Obras de la localidad, el cual deberá ser capacitado al terminar los trabajos de refuerzo y se le deberá dotar de toda la información necesaria para que, posteriormente y por su cuenta, lleve al cabo sus funciones correctamente. Las principales funciones del Comité de Obras dentro de este programa serán:

a) Una fuerte labor de promoción con el fin de concientizar a la

población acerca de la necesidad de construir adecuadamente sus viviendas, a través de información correctamente canalizada sobre sismos y sus consecuencias y la relativa facilidad de obtener mayor seguridad sísmica en sus casas.

b) Capacitar, asesorar y supervisar a quienes construyan viviendas nuevas, a través del manual de autoconstrucción y de los datos previamente archivados por el mismo Comité al llevar al cabo las obras de refuerzo.

c) Organizar un plan permanente de mantenimiento para todas las viviendas y, en su caso, para las obras adicionales incluidas dentro del proyecto de refuerzo, como el sistema de abastecimiento de agua potable, obras de saneamiento, etc.

d) Mantenerse en contacto con los organismos financieros previamente involucrados en el proyecto de refuerzo, de tal manera que se logre apoyar a la población para la futura adquisición de créditos, ya que la construcción de una vivienda sísmo-resistente resulta más cara que la de una vivienda tradicional.

e) Mantenerse en contacto con los organismos de apoyo técnico previamente involucrados en el proyecto de refuerzo, de tal

manera que se logren aclarar las dudas que pudieran surgir al construir las nuevas viviendas y, en su caso, actualizar las técnicas constructivas.

Como se puede ver, es mucho el trabajo que posteriormente al refuerzo realizará el Comité de Obras local. Sin embargo, la cantidad de trabajo dependerá de la velocidad de crecimiento que tenga la población. De cualquier manera, aunque el crecimiento sea bajo, es muy importante que el Comité no pierda de vista sus funciones y las realice con cierta frecuencia, ya que de otro modo se perdería gran parte del terreno ganado y el proyecto de refuerzo sísmico no cumpliría completamente con sus objetivos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

La República Mexicana está situada geográficamente dentro de una de las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo; esto trae como consecuencia que el riesgo sísmico sea también muy elevado. Sin embargo, existen países que aunque se localizan en importantes zonas sísmicas, han logrado disminuir el riesgo sísmico y los desastres, a través de la promoción de una cultura sísmica en toda la población.

La experiencia vivida con los sismos de 1985 trajo consigo la aparición de una serie de campañas informativas sobre sismos, sus causas, efectos y qué hacer antes, durante y después de los mismos, con el fin de concientizar a la población sobre la manera de disminuir el riesgo sísmico en sus hogares y centros de estudio y de trabajo. También se iniciaron programas de refuerzo para estructuras dañadas y para aquellas construcciones cuya seguridad estructural no se consideró suficiente para resistir futuros movimientos similares. Toda esta serie de campañas y programas fueron dirigidos principalmente a los centros urbanos, dejando al margen a toda la población rural que actualmente habita en zonas sísmicas del país.

Corresponde ahora a los ingenieros y arquitectos de México y, en general, a quienes hemos de alguna manera adquirido esa cultura sísmica, el transmitir nuestros conocimientos a quienes no han tenido acceso a ellos y el conjuntar esfuerzos para lograr disminuir el riesgo sísmico en las zonas rurales.

Para ello, es necesario enfocarse a regiones específicas y, de acuerdo a sus características y condiciones particulares, evaluar la posibilidad y la manera de llevar al cabo trabajos de refuerzo sísmico y concientización de la población. Por su sísmicidad, tipo de construcciones rurales y situación económica, social y cultural, el Estado de Guerrero representó un buen punto de partida.

La falta de seguridad sísmica en viviendas rurales del Estado de Guerrero puede dividirse en tres causas fundamentales que son:

- a) La alta sísmicidad del estado y la muy probable ocurrencia de sismos fuertes a corto plazo.
- b) La mala calidad de las viviendas de adobe, autoconstruidas con procedimientos tradicionales de la región y carentes de mantenimiento alguno.

c) La falta de conciencia al respecto, por parte de la población y de las autoridades locales.

Por otro lado, debido a la situación económica del Estado y al fuerte arraigo a las tradiciones por parte de la población, es un hecho que el adobe seguirá siendo el material más utilizado para construcción de vivienda rural. De acuerdo con esta realidad y tomando en cuenta las variables más importantes que pueden intervenir en el problema, se puede desarrollar y ejecutar un proyecto de refuerzo para casas de adobe, que se ajuste a las condiciones propias de la región. Es fundamental que el refuerzo de las viviendas existentes sirva como un primer paso para fomentar algunos cambios a los métodos locales de construcción, de tal manera que las nuevas viviendas que se autoconstruyan sean ya sismo-resistentes.

La decidida participación de la población en los trabajos es indispensable para abatir costos y para que, a través de la experiencia del refuerzo, se logren transmitir eficientemente los conocimientos necesarios sobre riesgo sísmico y procedimientos ideales para la construcción de viviendas de adobe.

También es muy importante encontrar mecanismos para que las

autoridades se convenzan de que la inversión en vivienda rural digna y segura es altamente rentable, y acojan las investigaciones que, sobre seguridad en viviendas de adobe, se han desarrollado en México, para posteriormente difundirlas de manera sencilla y accesible a todos los niveles. Con el paso del tiempo, se podría incluso llegar a promover una legislación básica local para la construcción de viviendas de adobe en las zonas rurales, principalmente con el fin de enseñar a construir su vivienda a quien lo necesite.

Los recursos económicos, financieros, técnicos y humanos existen, y dependerá del organismo responsable del proyecto el reunirlos y combinarlos eficientemente, de tal manera que se alcance el objetivo final y, en su caso, se logre un beneficio integral a través de obras adicionales, como el abastecimiento de agua potable o el saneamiento básico.

El éxito del proyecto en todos sus aspectos, puede ser un aliciente para seguir adelante con una serie de acciones encaminadas a disminuir el riesgo sísmico en muchas otras zonas rurales del país.

B I B L I O G R A F I A

- 1) REFUERZO DE LA VIVIENDA ECONOMICA EN ZONAS SISMICAS. ESTUDIOS EXPERIMENTALES.
Oscar Hernández B., Roberto Meli, Marciano Padilla, Eduardo Valencia.
Instituto de Ingenieria, U.N.A.M.
- 2) SEGURIDAD DE CASAS DE ADOBE ANTE SISMOS. ESTUDIOS ANALITICOS.
Enrique Bazán, Marciano Padilla, Roberto Meli.
Instituto de Ingenieria, U.N.A.M. 1980.
- 3) APPROPRIATE BUILDING MATERIALS.
Roland Stulz.
SKAT. St. Gall, Switzerland, 1983.
- 4) GUIDELINES FOR EARTHQUAKE RESISTANT NON-ENGINEERED CONSTRUCTION.
The International Association for Earthquake Engineering.
Tokyo, Japan. 1986.
- 5) FURTHER RESULTS OF THE GUERRERO STRONG MOTION ACCELEROGRAPH ARRAY.
John G. Anderson, Roberto Quaas, Raúl Castro, Andrés Méndez, James N. Humprey, Shri Krishna Singh.
Instituto de Ingenieria, U.N.A.M. 1990.

- 6) TERREMOTOS.
Alejandro Nava.
CONACYT, 1987.
- 7) PROGRAMA "CONSTRUYAMOS JUNTOS".
Revista Mexicana de la Construcción.
Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.
México, D.F., Mayo de 1990.
- 8) COSTOS Y PRESUPUESTOS.
Juan Peimbert.
México, 1990.
- 9) MANUAL DEL ARQUITECTO DESCALZO.
Johan van Lengen,
Editorial Concepto S.A. México, 1980.
- 10) ARQUITECTURAS DE ADOBE.
Patrick Bardou, Varoujan Arzoumanian.
Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona 1981.
- 11) REVISION Y REFUERZO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 18 NIVELES
EN ACAPULCO, GRO.
Mario Salazar Lazcano,
Tesis Profesional U.N.A.M. 1989.
- 12) VIVIENDA CAMPESINA EN MEXICO.
S.A.H.O.P México, 1978.
- 13) SIMPOSIUM INTERNACIONAL SOBRE SEGURIDAD SISMICA EN LA
VIVIENDA ECONOMICA.
México, D.F., Febrero 1991.

- 14) CENSO NACIONAL DE POBLACION Y VIVIENDA.
México, 1980, 1990.
- 15) LOS PROGRAMAS DE SANEAMIENTO RURAL EN MEXICO.
Ariel Cano Vicario.
Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
México, 1989.
- 16) DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE GUERRERO.
Representación del Edo de Guerrero en el D.F.