

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones para reducir la vulnerabilidad de viviendas ante vientos fuertes. Es menester aclarar que no se debe interpretar que el hecho de que una recomendación aparezca aquí, implica que es una práctica común que está reglamentada. Muchas de ellas son medidas de “buena práctica” que se deberían tomar pero que en nuestro caso no se han generalizado.

La mejor medida para prevenir un desastre asociado a vientos fuertes es, definitivamente, construir estructuras que resistan las presiones del viento. Al respecto, los mejores estudios disponibles son aquellos que la CFE plasma en su Manual de Diseño de Obras Civiles realizado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (CFE, 1993). En este manual se presentan mapas de isotacas, que son líneas de iguales velocidades de vientos máximos para diferentes periodos de retorno sobre toda la República Mexicana. Estas velocidades se deben interpretar como aquellas que en cada punto de México serán rebasadas, en promedio sólo una vez cada diez años, siendo diez el periodo de retorno. De la observación de estos mapas se distinguen fuertes contrastes en las velocidades de viento de diseño en diversas partes del país.

Es obvio que diferentes partes de la República Mexicana se encuentran sujetas a valores de vientos máximos significativamente diferentes. En contraste con esto, al observar las construcciones y métodos de construcción en diferentes sitios en México, se puede apreciar cierta uniformidad. Las construcciones de mampostería de la zona costera, con frecuente incidencia de vientos fuertes, son prácticamente iguales que en el altiplano central, donde los vientos remanentes, una vez que han atravesado las grandes cadenas montañosas, son moderados. Esto es más marcado en construcciones modernas. La sociedad moderna ha olvidado por completo los materiales y técnicas de construcción tradicionales en la región que fue, al igual que los seres vivos, evolucionando en consecuencia con las solicitaciones regionales de su medio ambiente. No debe interpretarse el comentario anterior como un llamado a regresar a las técnicas y construcciones ya imposibles de implantar en la sociedad moderna, pero sí es un llamado a considerar regionalmente las verdaderas solicitaciones a las que las construcciones se verán sujetas. Como un ejemplo claro están las características de las cubiertas o techos de las viviendas hechas con procedimientos tradicionales en el estado de Yucatán, las cuales tienen un ángulo de inclinación respecto a la superficie del terreno del orden de lo que recomienda el Manual de la CFE para lograr comportamientos adecuados ante la incidencia de vientos fuertes, y que no sufrieron daños de consideración ante el paso del huracán Isidore. Por otro lado, si se sugiere como programa de apoyo a la vivienda, el empleo de otro tipo de soluciones para cubiertas y techos, por ejemplo sistemas de largueros y láminas, resulta claro que los métodos de sujeción de las cubiertas de lámina en techos (calibre, número de sujetadores por unidad de área, etc.) deben ser considerablemente mejores y en mayor densidad en zonas donde se tenga información de velocidades de viento altas, con respecto a los utilizados en zonas donde las velocidades reportadas son bajas.

La generación de reglamentos de construcción completos, es decir que incluyan Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento a nivel local (estatal, y municipal), resulta actualmente difícil de establecer en nuestro medio, dadas las condiciones reales de muchos municipios en nuestro país. Sin embargo, sería conveniente, y posible, que los reglamentos municipales fueran muy sencillos y que hicieran referencia a manuales de diseño por viento con influencia nacional, por ejemplo, especificando únicamente las velocidades de viento de diseño requeridas para cada tipo de estructuras y dejando los procedimientos a las Normas Técnicas Complementarias modelo.

Consistentemente, año tras año, cuando un fenómeno meteorológico incide sobre el territorio nacional deja a su paso una huella de daños ocasionados por su campo de vientos fuertes. Comúnmente se realizan estudios, generalmente limitados y desorganizados (Rosengaus, 1998), de la evaluación de daños. El principal defecto de dichos estudios es que no permiten establecer una correlación entre los daños, las características de los vientos que los causaron y la variación espacial y temporal de los mismos. La información que generalmente queda es la referencia entre los daños y la velocidad máxima sostenida con la que se caracterizó al ciclón. Un ejemplo claro de este fenómeno es el del huracán Gilbert, donde los extensos daños que causó en México quedan en la memoria como efectos con periodos de retorno considerablemente grandes, propios de

un huracán escala V. Sin embargo, grandes extensiones dañadas fueron afectadas por vientos equivalentes apenas a un huracán escala I, los que se pueden repetir frecuentemente en la vida de una misma persona (Rosengaus, 1998). Resulta importante entonces que, como sociedad, se empiece a entender qué vientos producen que tipo de daños. Un gran problema para poder resolver esta interrogante es que la red de mediciones en superficie con la que actualmente cuenta México, sobre todo en cuanto a densidad de instrumentos, resulta insuficiente para poder realizar un buen trabajo de correlación entre características de los vientos y los daños que producen. Desgraciadamente, esto implica que aun resolviendo esta cuestión, la experiencia tendrá que empezar a acumularse en el futuro.

Se mencionó sobre los principales mecanismos de falla de las edificaciones de vivienda, cuando están sujetas al efecto de vientos fuertes, que la mayor parte de ellos están asociados a un comportamiento inadecuado de los techos, ya sea la cubierta, la estructura que la soporta o la unión entre esta y los muros de la vivienda misma. Al presentarse un comportamiento inadecuado de los techos, se modifican significativamente los efectos del viento sobre los demás elementos estructurales de la edificación, pudiendo llegar a provocar la falla total de la misma. En este trabajo se presentan un conjunto de recomendaciones encaminadas a lograr estructuras de techo suficientemente seguras, de igual manera que lograr estructuraciones de muros, para vivienda o bardas de colindancia, con capacidad para soportar los efectos del viento ante las condiciones más desfavorables que pudieran presentarse.

6.2 RECOMENDACIONES

6.2.1 Refuerzo para muros de vivienda

Respecto a la distribución y tipo de castillos a emplear para refuerzo de los muros de edificación para vivienda ante la incidencia de vientos fuertes, con base en los criterios de revisión y diseño planteados en el capítulo anterior, se obtiene los valores que se indican en la Tabla 6.1. En esta tabla se presentan las recomendaciones respecto al tipo de castillos a usar, como refuerzo adicional para muros en edificación de vivienda, en cada estado de las costas de la República Mexicana (ver fig. 5.8).

El uso de los castillos de refuerzo intermedio en muros de vivienda se propone para aquellas edificaciones donde los muros exteriores, expuestos a la acción del viento, presenten longitudes superiores a 4.0 m, y la separación entre los castillos será el menor valor del calculado entre un medio de la longitud del muro y 3.0 m.

Tabla 6.1 Distribución geográfica del tipo de castillos a emplear en las viviendas de los diferentes estados de la República Mexicana

Estado	Tipo de castillo requerido
Baja California, Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán, para cualquier tipo de solución en la estructura de los techos. Baja California Sur, Sinaloa y Jalisco, para estructuras con techos a base de concreto reforzado adecuadamente ligado a la estructura de soporte (castillos y dadas de cerramiento)	Tipo 2
Baja California Sur, Sinaloa y Jalisco, para aquellas estructuras cuyo techo no cumpla con lo indicado anteriormente	Tipo 1

Otro aspecto de vital importancia es el mantenimiento con fines preventivos que se haga en los muros de las viviendas. Congruente con las recomendaciones propuestas en la mayoría de los textos y publicaciones referentes a las estructuras de mampostería en general, el colocar un repellado de mortero en ambas caras de los muros, principalmente en la exterior, incrementa considerablemente la vida útil en condiciones óptimas de comportamiento del muro; además, es necesaria la revisión periódica, cada seis meses para las zonas costeras de interés en este trabajo, de la condición y estado de este repellado. En caso de observar indicios de desprendimiento del mismo, se recomienda desprenderlo y reponerlo tratando de lograr las características originales.

6.2.2 Refuerzo para muros de bardas colindantes

Respecto a la distribución y tipo de castillos a emplear para el refuerzo de los muros de las bardas de colindancia ante la incidencia de vientos perpendiculares a su plano, con base en los criterios de revisión y diseño planteados en el capítulo anterior, se obtuvieron los valores que se muestran en la tabla 6.2.

En la tabla se indican las recomendaciones respecto al tipo de castillo y la separación recomendada para tres diferentes alturas de barda en todos los estados costeros de la República Mexicana (ver fig. 5.9)

En cuanto al mantenimiento para este tipo de muros, dado que es poco común el repellado de los mismos, generalmente se propone una revisión periódica de los mismos, de igual manera que para los muros de vivienda se recomienda llevar a cabo la revisión cada seis meses. En caso de observar indicios de desprendimiento o degradación de algunos de los componentes del muro, tabiques o bloques, se recomienda desprenderlos y reponerlos tratando de llevar al muro a su condición original.

Otro aspecto que deberá evitarse es el tratar de incrementar la altura del muro sin revisar los requerimientos de castillos que, para este tipo de elementos, se proponen en este trabajo. Si el castillo original del muro resulta insuficiente para la nueva altura requerida del mismo, deberá demolerse el castillo original y proceder a colocar los nuevos castillos con las características mínimas recomendadas en este trabajo.

Tabla 6.2 Distribución geográfica del tipo de castillos recomendados a emplear en las bardas de colindancia en los diferentes estados de la República Mexicana

Estados	Características del refuerzo de muros para bardas (castillos)		
	Separación (m) y tipo de castillo		
	H=150cm	H= 200cm	H=300cm
Chiapas	Tipo 2 @ 3 – 3.5	Tipo 1 @ 3 – 3.5	Tipo 4 @ 3
Tabasco, Campeche y Oaxaca	Tipo 2 @ 3	Tipo 1 @ 3	Tipo 4 @ 3
Nayarit y Colima	Tipo 1 @ 4	Tipo 3 @ 3 – 3.5	Tipo 4 @ 2.5
Veracruz, Tamaulipas, Yucatán, Quintana Roo, Baja California, Sonora, Michoacán y Guerrero	Tipo 1 @ 3 – 3.5	Tipo 4 @ 4	Tipo 5 @ 4
Baja California Sur y Sinaloa	Tipo 3 @ 3 – 3.5	Tipo 4 @ 3	Tipo 5 @ 3
Jalisco	Tipo 3 @ 3	Tipo 4 @ 2.5, o Tipo 5 @ 4	Tipo 5 @ 2.5

6.2.3 Anclaje para cubiertas de techos

Para las estructuras soporte y elementos de cubierta de los techos, se recordará que se consideraron básicamente cinco combinaciones de materiales conformando el elemento de soporte, a saber:

- Tipo 1. Lámina de cartón como elemento de cubierta, soportada con elementos de madera y el anclaje entre ellos se logra por medio de clavos o dispositivos sencillos.
- Tipo 2. Lámina de cartón como elemento de cubierta, soportada con elementos de madera y el anclaje entre ellos se logra por medio de pijas de 63 mm de longitud.
- Tipo 3. Lámina metálica o de asbesto como elemento de cubierta, soportada con elementos de madera y el anclaje entre ellos se logra por medio de clavos o dispositivos sencillos.
- Tipo 4. Lámina metálica o de asbesto como elemento de cubierta, soportada con elementos de madera y el anclaje entre ellos se logra por medio de pijas.
- Tipo 5. Lámina metálica o lámina de asbesto (o Fibro-cemento) como elemento de cubierta, soportada con elementos de acero y el anclaje entre ellos lo proporciona un dispositivo especial conforme los requisitos establecidos por el fabricante de la lámina de cubierta.

La recomendación referente a la disposición de los puntos de fijación para el material de cubierta, como se menciona dentro del cuerpo del trabajo, resulta de vital importancia debido a que en la mayoría de los casos reportados con comportamiento inadecuado de estructuras ante el efecto del viento, se identifica también que el inicio del problema es el desprendimiento de los elementos de cubierta del techo. Además, aunque no se alcance la falla total de la estructura de soporte del techo después de la falla de la cubierta, en prácticamente todos los casos la pérdida del menaje es total.

Los valores que se proponen para las características de los puntos de fijación en las estructuras de techo en edificación para vivienda se resumen en la Tabla 6.3. En la tabla se indica el tipo de materiales empleados, materiales que concuerdan con los cinco tipos indicados en párrafos anteriores. Se indica la separación de los puntos de fijación para los diferentes tipos de materiales y para los dos anchos de láminas más comunes en el mercado (Imsacero, 2002, y otros fabricantes).

Tabla 6.3 Distribución Geográfica de la separación máxima recomendada para los dispositivos de anclaje en techos para los diferentes estados de la República Mexicana

Estados	Tipo de material	Separación de puntos de fijación S (cm)	
		$b_R=70$ cm	$b_R=100$ cm
Chiapas	1	12	9
	2	22	16
	3	12	9
	4	38	25
	5	50	35
Campeche, Oaxaca y Tabasco	1	10	7
	2	18	12
	3	10	7
	4	32	22
	5	45	30
Colima y Nayarit	1	9	6
	2	16	11
	3	9	6
	4	28	18
	5	40	25
Baja California, Guerrero, Michoacán, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatan	1	7	5
	2	12	9
	3	7	5
	4	20	15
	5	30	20
Baja California Sur y Sinaloa	1	Prohibido su uso	
	2	10	7
	3	Prohibido su uso	
	4	17	11
	5	25	18
Jalisco	1	Prohibido su uso	
	2	8	6
	3	Prohibido su uso	
	4	14	10
	5	20	14

En lo referente a los elementos que conforman la estructura de techo, las características geométricas y mecánicas que se proponen para los largueros y tiras (ver Fig. 5.11) para edificación en vivienda se muestran en las Tabla 6.4 y 6.5. En la tabla se indica el tipo de materiales empleados, también se indica la separación de los largueros para tres tipos de claros

Considerando que la estructura de techo se hará con elementos metálicos, asumiendo que las tiras sean elementos Mon-Ten 4MT 10, con separación a ejes no mayor que 70 cm; se tiene que los largueros deberán cumplir, como límite inferior, con las características mecánicas de las secciones indicadas en la Tabla 6.4 para los tres tipos de claros de los largueros y las separaciones entre ellos que se indican para cada estado en las costas de la República Mexicana.

Tabla 6.4 Distribución geométrica y características mecánicas de los elementos estructurales en techos para los diferentes estados de la República Mexicana (elementos metálicos)

Estado	Larg _i (m)			S _i (m)
	4			
Chiapas	C8MT 12	CC8MT 14	CC8MT 10	3
Tabasco, Campeche, Oaxaca	C8MT 12	CC8MT 12	CC8MT 10	3
Nayarit, Colima	C8MT 12	CC8MT 12	I-7"/22.77	3
Veracruz, Tamaulipas, Yucatán, Quintana Roo, Baja California, Sonora, Michoacán, Guerrero	C8MT 12	CC8MT 12	CC8MT 10	2
Baja California Sur, Sinaloa	CC8MT 14	CC8MT 10	I-8"/27 38	2
Jalisco	CC8MT 12	I-7"/22.7	I-8"/27 38	2

Nota: La denominación C8MT 12, es concordante con los elementos canales de acero Mon-Ten formados en frío, con dos patines atesados y cuyo esfuerzo de trabajo es 2100 kg/cm² (Manual para Constructores, Fundidora Monterrey, S A., 1977). Por otro lado, la denominación CC8MT 12, resulta concordante con la colocación de dos canales de acero Mon-Ten formados en frío con dos patines atesados, preferentemente colocados espalda con espalda.

Para el caso en que los elementos de la estructura de techo sean de madera, considerando que las tiras tuvieran una sección transversal con las dimensiones propias de medio polín, y respetando que la separación entre ellos se mantenga con un valor máximo de 70 cm, se obtuvieron las características geométricas y mecánicas que se indican en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5 Distribución geométrica (sección transversal en cm) y características mecánicas de los elementos estructurales en techos para los diferentes estados de la República Mexicana (elementos de madera)

Para maderas del tipo de las coníferas

Estado	Larg _i (m)			S _i (m)
	4			
Chiapas	13 x 8	15 x 8	17 x 9	1.0
Tabasco, Campeche, Oaxaca	13 x 8	16 x 8	18 x 9	1.0
Nayarit, Colima	13 x 8	16 x 8	17 x 9	0.7
Veracruz, Tamaulipas, Yucatán, Quintana Roo, Baja California, Sonora, Michoacán, Guerrero	15 x 8	17 x 9	19 x 10	0.7
Baja California Sur, Sinaloa	15 x 8	18 x 9	20 x 10	0.7
Jalisco	17 x 9	19 x 10	20 x 15	0.7

Para maderas del tipo de las latifoliadas del Grupo III (según el RCDF-NTC para madera)

Estado	Larg _i (m)			S _i (m)
	4			
Chiapas	12 x 6	13 x 8	15 x 8	1.0
Tabasco, Campeche, Oaxaca	12 x 6	13 x 8	16 x 8	1.0
Nayarit, Colima	12 x 6	13 x 8	15 x 8	0.7
Veracruz, Tamaulipas, Yucatán, Quintana Roo, Baja California, Sonora, Michoacán, Guerrero	12 x 6	14 x 7	16 x 8	0.7
Baja California Sur, Sinaloa	13 x 8	15 x 8	17 x 9	0.7
Jalisco	13 x 8	16 x 8	19 x 10	0.7

Para las estructuras de techo, la recomendación sobre el mantenimiento preventivo requerido se resume en los siguientes puntos (Núñez, 2002):

- Revisión periódica del estado de los elementos de fijación del material de la cubierta, para esto se recomienda tratar de “levantar” cada punto de fijación aplicando ligeramente una fuerza con algún bastón desde la parte interior de la vivienda; si se observa un desplazamiento o indicios de desprendimiento, el clavo, pija o tornillo deberá ser removido y se deberá colocar uno nuevo. Para la reposición del punto de fijación se deberá rellenar el agujero hecho por el clavo o la pija usada originalmente usando aserrín con pegamento blanco, se esperará a que seque y después se procederá a colocar el nuevo dispositivo tratando de esté desfasado al menos 10 mm del punto de fijación original. Este proceso de revisión se deberá hacer al menos cada seis meses.
- Si al tratar de “levantar” el punto de fijación se observa indicios de fisuramiento o fractura del material de la cubierta, se deberá desprender la lámina y sustituirla por otra nueva con las mismas características. Al llevar a cabo este proceso se deberá tratar de cumplir con las recomendaciones relativas a la restauración de los puntos de fijación plasmadas en el párrafo anterior. Este proceso de revisión se deberá hacer al menos cada seis meses.
- Revisión del estado de deterioro de los elementos estructurales del techo, largueros y tiras. Para el caso de los elementos de madera, se deberá revisar el estado de fisuramiento en la dirección de las fibras. Si se observan fisuras que repercutan en el comportamiento de los puntos de fijación, el elemento deberá ser removido y sustituido por otro con las mismas características que el original. La revisión se recomienda llevarla a cabo al menos cada año.
Para el caso de los elementos metálicos, se deberá revisar el estado de corrosión que guarden. De igual manera que para los techos con elementos de madera, si el estado de oxidación o corrosión es tal que afecta el comportamiento de los puntos de fijación, el elemento Mon-Ten deberá ser removido y sustituido por otro con las mismas características geométricas y mecánicas. En este caso la revisión se recomienda al menos cada dos años.

La sociedad generalmente presenta interrogantes sobre qué hacer en caso de la incidencia de un huracán; con objeto de que existan respuestas a algunas de las preguntas formuladas, se presentan una serie de recomendaciones específicas para la población en general, sobre que hacer antes, durante y después de la ocurrencia del fenómeno (Domínguez *et al.*, 1993):

Antes

1. *Acudir a la unidad de Protección civil o a las autoridades locales para saber e informarse sobre:*
Si la zona en la que vive está sujeta al peligro de la incidencia de vientos fuertes
Qué lugares servirán de albergues
Por qué medios recibirá mensajes de emergencia
Cómo puede, si lo desea, integrarse a brigadas de auxilio
Cuántas personas habitan en su vivienda
Si hay enfermos que no puedan ver, moverse o caminar
2. *Platique con familiares y amigos para organizar un plan de protección civil, tomando en cuenta lo siguientes.*
Si su vivienda es vulnerable, tenga previsto un albergue
Prepare techos, ventanas y paredes para evitar daños mayores
Guarde fertilizantes e insecticidas en lugares a prueba de agua, pues en contacto con ella la contaminan
Procure un lugar para proteger a sus animales y equipo de trabajo
En caso de tener familiares enfermos o de edad avanzada prevea el transporte
3. *Para casos de emergencia tenga a la mano los artículos siguientes*
Botiquín e instructivo de primeros auxilios
Radio y linterna de baterías con repuesto
Agua hervida en envases con tapa
Alimentos enlatados y otros que no requieran refrigeración

Flotadores: cámaras de llantas o salvavidas

Documentos importantes: actas de nacimiento, de matrimonio, cartillas, credencial para votar, etc., guardados en bolsa de plástico, dentro de una mochila o morral que le deje libres brazos y manos

4. *Si decide quedarse en su casa:*
Tenga a la mano los artículos de emergencia
Mantenga su radio de pilas encendido para recibir información e instrucciones de fuentes oficiales
Cierre puertas y ventanas; internamente proteja vidrios y cristales con cinta adhesiva colocada en forma de X
Fije y amarre bien lo que el viento puede lanzar
Limpie la azotea, desagües, canales y coladeras
Llene el tanque de gasolina de su vehículo y asegúrese del buen estado de su acumulador

Durante la incidencia de los vientos fuertes

1. *Conserve la calma; tranquilice a sus familiares. Una persona alterada puede cometer muchos errores*
2. *Continúe escuchando su radio de pilas para obtener información o instrucciones acerca del huracán*
3. *Desconecte todos sus aparatos y el interruptor de energía eléctrica*
4. *Cierre las llaves de gas y agua*
5. *Manténgase alejado de puertas y ventanas*
6. *No prenda velas ni veladoras; use lámparas de pilas*
7. *Atienda a los niños, ancianos y enfermos que estén con usted*
8. *Si el viento abre una puerta o ventana, no avance hacia ella de frente*
9. *Vigile constantemente el nivel del agua cercana a su casa*
10. *No salga hasta que las autoridades informen que terminó el peligro. El ojo del huracán crea una calma que puede durar hasta una hora y después vuelve la fuerza destructora con vientos en sentido contrario*

Además existen una serie de publicaciones donde se establecen otro tipo de recomendaciones adecuadas, dentro de las que se reproducen en este trabajo las indicadas por Rosengaus (Rosengaus, 1998):

1. *Recoger absolutamente todo objeto en el exterior que pudiera salir volando arrastrado por el viento (incluyendo muebles de jardín, bicicletas, mangueras, etc) y colocarlo en el interior*
2. *Contar con un paquete de emergencias previamente preparado.*
3. *Resguardarse en el cuarto más pequeño y sin ventanas que tenga el inmueble durante las condiciones crítica, del evento natural.*
4. *Proteger ventanas desde el interior con colchones, ropa o cortinas pesadas.*
5. *Preestablecer con su familia lugares de reunión posterior al fenómeno en caso de que resulten separados.*
6. *Al regresar de un refugio temporal a un hogar dañado, asegúrese de no conectar la electricidad o el gas hasta verificar minuciosamente la integridad de la instalación.*
7. *Si por alguna razón de emergencia es necesario salir del inmueble durante las condiciones críticas, no abra la puerta sin prepararse para un fuerte empuje de la misma.*
8. *Si por alguna razón falla alguna ventana o puerta viento arriba de la edificación, abra la ventana o puerta en el extremo opuesto, sin descuidar guarecer a la familia en un sitio fuera de la corriente de aire que se formará y de muebles que pudieran ser desplazados por ésta.*
9. *Si las condiciones de viento en el interior de la edificación incluyen vidrios, muebles o aparatos volando, guarecerse debajo de colchones, ropa o cortinas, previamente preparados cerca de la zona central de la ubicación de las personas.*
10. *No importando la gravedad de la situación, un jefe de familia tranquilo, objetivo y con conocimiento del fenómeno al que se enfrenta es una extraordinaria ayuda para la supervivencia y bienestar del grupo*

Todas las recomendaciones adicionales que establezcan los programas de protección civil regional.

6.3 NECESIDADES A FUTURO

En cuanto a las necesidades a futuro, se recomienda hacer trabajo experimental sobre el comportamiento de los diferentes tipos de estructuras empleadas para la vivienda de bajo costo o autoconstrucción. Trabajos que permitan conocer la resistencia ante vientos intensos que presentan en su condición actual, así como el comportamiento que tendrán considerando diferentes elementos para confinar los muros de la vivienda de tipología tradicional. Los autores del presente trabajo consideran que será necesario hacer pruebas de los sistemas estructurales completos tomando en cuenta las dos modalidades, la estructura tradicional sin confinamiento y reforzada con elementos confinantes, para revisar el comportamiento de los muros con carga perpendicular a su plano.

También se requiere de trabajo experimental encaminado a determinar las características y densidades (separaciones máximas admisibles) de los diferentes elementos de fijación y anclaje para los componentes de la estructura de techo. Este trabajo está contemplado dentro del proyecto a largo plazo que dio origen al presente informe. Las recomendaciones que se proponen dentro del presente trabajo se basan en las condiciones más desfavorables probables de los diferentes componentes de las estructuras de edificación para vivienda, por lo que debe tenerse presente que los valores pueden resultar conservadores

REFERENCIAS

- Ahrens C.D (2000), "*Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate, and Environment*", Books/Cole, Sexta Edición, 528 pp.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001), "*Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sísmo-resistente de vivienda de mampostería*", Bogotá, Colombia. 173 pp.
- Bitrán B.D., Acosta C.L., Eslava M.H., Gutiérrez M.C., Salas S.M.A., Vázquez C.M.A. (2002). "*Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el Año 2001*", CENAPRED, México, D.F., México. 102 pp.
- Borroughs W.J , Crowder B., Robertson T , Vallier-Talbot E. y Whitaker R. (1998), "*Observar el Tiempo*", Editorial Planeta, Barcelona, España.288 pp.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001), "*Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, Ciclones Tropicales*", CENAPRED, Secretaría de Gobernación, México, 125-132 pp.
- Comisión Federal de Electricidad (1993), "*Manual de Diseño de Obras Civiles*" -Diseño por Viento-, Instituto de Investigaciones Eléctricas.
- Domínguez R., Fuentes M.O. y García J.F. (1998), "*Huracanes*", Fascículo 5, CENAPRED, Secretaría de Gobernación, México, 28 pp.
- Núñez R.D. (1999), "*Materiales y sistemas alternativos de construcción, la experiencia de FUNDASAL*", Documento Técnico No.1, Centro de Investigación, Capacitación y Producción de Materiales, Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima (FUNDASAL), San Salvador, El Salvador. 71 pp.
- Núñez R D (2002), Comunicación personal, San Salvador, El Salvador.
- Imsacero (2002), http://www.imsacero.com/p_030.htm
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1990), "*Características de las Viviendas*" -XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI, México. 326 pp
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1998), "*Características de las Viviendas*" -XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI, México. 326 pp.
- Eagleman J.R. (1985), "*Meteorology, The Atmosphere in Action*", Wadsworth Publishing Company, Belmont California. 394 pp.
- Federal Emergency Management Agency, Library, "*Tornado Safety Tips Brochure*", página de internet con dirección <http://www.fema.gov/library/tornadof.html>
- Federal Emergency Management Agency, Library, "*Backgrounder: Tornadoes*", página de internet con dirección <http://www.fema.gov/library/tornado.html>.
- Federal Emergency Management Agency (1997), "*Multi Hazard, Identification and Risk Assessment*", Prepared in Support of the International Decade for Natural Disaster Reduction. 365 pp.
- Flores C. L., Pacheco M. A. y Reyes S. C. (2001), "*Algunos estudios sobre el comportamiento y rehabilitación de la vivienda rural de adobe*" Informe interno, CENAPRED, México. 254 pp.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, *Compendio Estadístico-Gráfico de Vivienda, 1998-1999*.
- Jiménez M. (2002), "*Comunicación personal*", CENAPRED, México, D.F.
- Meli R. (2000), "*Diseño Estructural*", Editorial Limusa, México. 595 pp.
- Reglamento de Construcciones para el Departamento del Distrito Federal (1993), "*Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Viento*", Diario Oficial del Gobierno del Distrito Federal, México. pp. 13.
- Reglamento de Construcciones para el Departamento del Distrito Federal (1993), "*Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Madera*", Diario Oficial del Gobierno del Distrito Federal, México. pp. 28.
- Rodríguez N. (1972), "*Vientos generados por un ciclón y sus efectos en estructuras construidas en la región de Acapulco*", Ingeniería, Enero-Marzo, pp. 45-72
- Rosengaus M.M. y Sánchez-Sesma J. (1990), "*Gilbert: ejemplo de huracanes de gran intensidad*", Ingeniería Hidráulica en México, enero/abril, México. pp 13-36.
- Rosengaus M.M., Levi E., Sánchez-Sesma J., Reza G., Sckertchly L., Valdéz A.M. y Espinoza J. (1994), "*Estudio de Huracanes y sus Efectos en México*", Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Informe, México. 16 pp.
- Rosengaus M.M. (1998), "*Efectos Destructivos de Ciclones Tropicales*". Editorial MAPFRE, Madrid. pp. 251
- Sotelo A. G. (1979), "*Hidráulica General, Volumen 1, Fundamentos*", Editorial Limusa, México. pp.561.
- Strahler A.N. (1963), "*The Earth Science, Chapter 13 Atmosphere Circulation*", Harper & Row Publishers, Nueva York-Evanston y Londres, pp.227-245.
- Tanck Hans-Joachim (1971), "*Meteorología*", Sección: Ciencia y Técnica, El Libro de Bolsillo, Alianza Editorial, S.A., Madrid. pp 177.
- Timoshenko S. (1978), "*Resistencia de Materiales, Tomo II*". Espasa-Calpe S.A. Madrid, España. pp.159-163

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Leonardo Flores Corona por facilitar gran parte de las figuras empleadas en el Capítulo 5.

Un agradecimiento a todos los colegas de la Coordinación de Investigación por el interés mostrado hacia la consecución de información para el trabajo aquí presentado y para la continuación del mismo. El poder intercambiar ideas me permitió confirmar la gran capacidad de trabajo y la búsqueda incesante por la calidad de todos aun en situaciones de adversidad.

Como siempre, un profundo agradecimiento a Pablo Olmos, ahora convaleciente de una lesión, por seguir siendo un ejemplo de amigo y servidor público cuyo fin es ese, “ser útil a la sociedad en general y a la comunidad en particular”.

Se agradece a los doctores Sergio Alcocer y Carlos Reyes la revisión crítica del manuscrito.

ANEXO **MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD DE DAÑO EN EDIFICACIÓN PARA VIVIENDA EN** **LA REPÚBLICA MEXICANA**

Con base en la información presentada dentro del cuerpo del informe, se definieron niveles de peligro para cada entidad de la República como una función directamente proporcional a la velocidad de viento máxima sostenida; además, con base en la información proporcionada por el INEGI sobre las características de la vivienda para cada entidad, conjuntamente con las relaciones que establecen las escalas de caracterización de los eventos meteorológicos (Saffir-Simpson y Fujita), se establecieron condiciones de vulnerabilidad para la edificación de vivienda. Con el producto de los dos conceptos, peligro y vulnerabilidad, se definió el índice de susceptibilidad de daño. Con la información relativa al índice se elaboró el mapa de susceptibilidad de daño en edificación para vivienda de bajo costo para la República Mexicana. La información con la que se elaboró el mapa de susceptibilidad de daño se muestra en la tabla inferior. Dentro de la tabla, las entidades que se presentan en formato de letra itálica en la tercer columna, significa que en dicha entidad se puede esperar el mismo nivel y densidad de daño considerando las características de vulnerabilidad de techos y muros. Finalmente, para el mapa se definieron cuatro niveles de susceptibilidad de daño, para las que se consideró la clasificación basada en las características de vulnerabilidad de los techos; sin embargo, cabe la mención de que, por ejemplo para la Zona 1 que comprende a siete estados, los estados de Guerrero y Oaxaca presentarían las condiciones más desfavorables debido a que también son susceptibles de presentar alta densidad y nivel de daño producto de la vulnerabilidad de los muros.

Zona	Estados que incluye		Observaciones
	Considerando los techos		
1	Baja California Baja California Sur Campeche Chihuahua Guerrero Oaxaca Veracruz	<i>Guerrero</i> <i>Oaxaca</i>	Se puede esperar densidad y nivel de daño severo
2	Chiapas Colima Durango Jalisco Nayarit Quintana Roo Sinaloa Sonora Tabasco Tamaulipas Yucatán	Baja California Baja California Sur Campeche Coahuila <i>Chiapas</i> Chihuahua <i>Durango</i> <i>Jalisco</i> <i>Quintana Roo</i> <i>Sinaloa</i> <i>Tamaulipas</i> <i>Veracruz</i>	Se puede esperar densidad y nivel de daño medio
3	Coahuila Guanajuato Hidalgo México Michoacán Morelos Puebla Querétaro San Luis Potosí Tlaxcala Zacatecas	Colima <i>Michoacán</i> Nayarit <i>Puebla</i> <i>San Luis Potosí</i> Sonora Tabasco <i>Tlaxcala</i> Yucatán <i>Zacatecas</i>	Se puede esperar densidad y nivel de daño ligero
4	Aguascalientes Distrito federal Nuevo León	<i>Aguascalientes</i> <i>Distrito federal</i> Guanajuato Hidalgo México Morelos <i>Nuevo León</i> Querétaro	Se puede esperar densidad y nivel de daño nulo-ligero

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD Y DENSIDAD DE DAÑO DEBIDO A VIENTOS FUERTES POR ESTADO

