

Capítulo 6. Daños en estructuras habitacionales y educativas

Raúl González Herrera

(UNICACH),

Jorge Alfredo Aguilar Carboney

(UNACH)

José Alonso Figueroa Gallegos

(UNACH)

Aspectos generales del sismo de Villaflores

Antes del sismo de Villaflores se tenían antecedentes de daños de 1902, los cuales no son conocidos por los habitantes del estado, sin embargo quizá al mismo nivel de recuerdo que el sismo de 1995 están los daños ocasionados en Chiapa de Corzo por un conjunto de enjambres de sismos originados en Chiapa de Corzo entre julio y octubre de 1975. No obstante lo anterior, un grupo importante de la sismicidad cortical de la región ha sido atribuido a la construcción de las presas a finales de los años setenta, y al llenado de las cortinas por presión de poro (Rodríguez y otros, 1985). Para este sismo el doctor Roberto Meli visitó en un par de ocasiones la región y mencionó que el mayor problema era la debilidad del material con que se constituían las viviendas (adobe) y la frecuencia de los sismos, así como las continuas réplicas.

El viernes 20 de octubre de , a las 20:39 hrs tiempo local (2:38 GMT), un sismo con epicentro localizado en 16.84°N y 93.47°W con magni-

tud de momento Mw=7.2 en escala de Richter afectó el área central del estado de Chiapas. Los daños se concentraron principalmente en las siguientes poblaciones: Nuevo México, Jesús María Garza, Benito Juárez, Villaflores, Jiquipilas, Cintalapa y Tuxtla Gutiérrez.

Las estructuras dañadas en este sismo se pueden caracterizar como estructuras de adobe y mampostería sin refuerzo, algunas estructuras de mampostería mal confinadas y pocas estructuras de concreto. Los usos mayoritariamente eran habitacionales, sin embargo, hay un importante número de estructuras que eran empleadas como escuelas e iglesias. En la figura 1 se observa el número de estructuras con daños parciales y totales en los tres municipios más afectados.

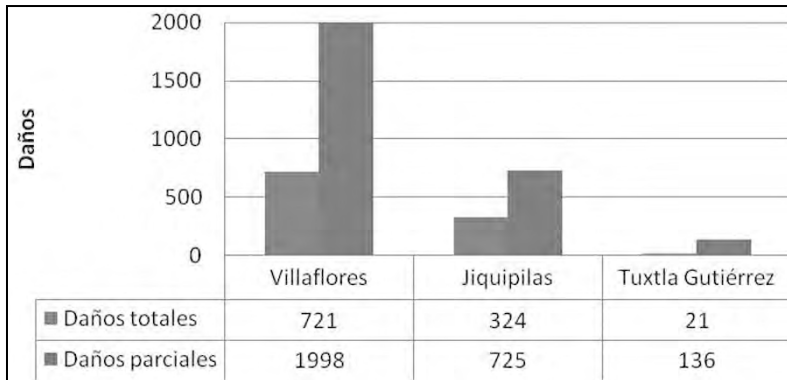


Figura 1. Censo de estructuras dañadas por el sismo de Villaflores, en los tres municipios más afectados (la información fue tomada del Instituto de Protección Civil, cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

En Tuxtla Gutiérrez colapsaron 5 viviendas y 100 sufrieron daños parciales, la colonia Francisco I. Madero fue la más afectada con 4 colapsos y varias estructuras dañadas. En el municipio de Berriozábal se reportaron 8 viviendas dañadas; en San Andrés Larráinzar el reporte fue de dos estructuras dañadas; en Villaflores 308 viviendas colapsaron, 2 mil estructuras se reportaron como dañadas y se contabilizaron, aproximadamente, 18 mil damnificados; en Jesús María Garza, que fue uno de los municipios más dañados, hubieron 79 colapsos y 96 viviendas dañadas .

Los datos finales de las distintas fuentes (ejército, Protección Civil, Instituto de Vivienda y la UNACH) coinciden que resultaron alrededor mil 485 estructuras destruidas, 3 mil 628 parcialmente dañadas, lo que da un total de 5 mil 113. Estas pérdidas representaron, aproximadamente, 50 millones de nuevos pesos de recursos a valor del año 1995. Los daños por el sismo se pueden resumir en alrededor de 4 mil 800 viviendas con daños parciales y totales, y alrededor de 300 estructuras con otro uso sufrieron daños menores (escuelas, hoteles, hospitales, iglesias, entre otras).

Intensidades sísmicas en Chiapas

Anteriormente se mencionó que la intensidad sísmica refleja los daños observados en una región y se mide empleando números romanos en la escala de Mercalli Modificada, en ese sentido a lo largo del territorio chiapaneco se observaron diferentes niveles de intensidades de grado de daño, los que se expresan en grados de intensidad desde VIII y hasta IV. En la siguiente relación se colocan las diferentes regiones del estado y la intensidad que alcanzaron, así como una descripción de las características que determinan ese nivel de daño según la escala.

- Grado VIII para Frailesca (Villaflora, Villacorzo). Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno, daños considerables en edificios ordinarios con derrumbe parcial, y daños grandes en estructuras débilmente construidas (como lo fueron las construcciones de adobe). Los muros salen de sus armaduras. Caída de pilas de productos, daños en monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en el manejo de automóviles.
- Grado VII para región Depresión Central (Cintalapa, Ocozacoautla, Chiapa de Corzo y Tuxtla Gutiérrez). Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción, daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas, daños considerables en construcciones débiles o mal diseñadas (estruc-

turas de adobe o mampostería sin refuerzo). Percibido por las personas conduciendo vehículos en movimiento. Advertido por todos. La gente huye al exterior.

- Grado VI para las regiones Costa, Altos (sin daño). Daños ligeros. Sentido por todos; muchas personas atemorizadas huyen hacia espacios abiertos. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados.
- Grado IV hasta V para las regiones Norte, Soconusco, Sierra y Fronteriza (sin daño). Sentido casi por todos; muchos despertan. Algunas piezas de vajillas, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen. Pocos casos de agrietamiento de aplanados. Caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen los relojes de péndulo.

Dentro de esta escala de medición de daños se debe entender que no todas las localidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, tuvieron el mismo nivel de afectación, por ejemplo en Villaflores las localidades de Nuevo México, Las Garzas, Villa Hidalgo, Jesús María Garza, Tenochtitlán, Joaquín Miguel Gutiérrez y la cabecera municipal.

Daños en el municipio de Villaflores

Nuevo México y Jesús María Garza

Estas dos comunidades fueron las **más afectadas** por el terremoto. La mayoría de las construcciones en esta área consistían en casas de adobe, de un nivel, sin refuerzo y con techo de teja de barro, apoyadas en una estructura a base de polines o largueros de madera. Sólo una pequeña porción de las estructuras estaban constituidas por muros de mampostería confinada (tabique de barro recocado o bloques de concreto) reforzada con castillos y cadenas, estructuras en donde las losas de concreto conformaban un diafragma rígido que da una mejor distribución de los esfuerzos en la medida de la rigidez de los muros o las columnas.

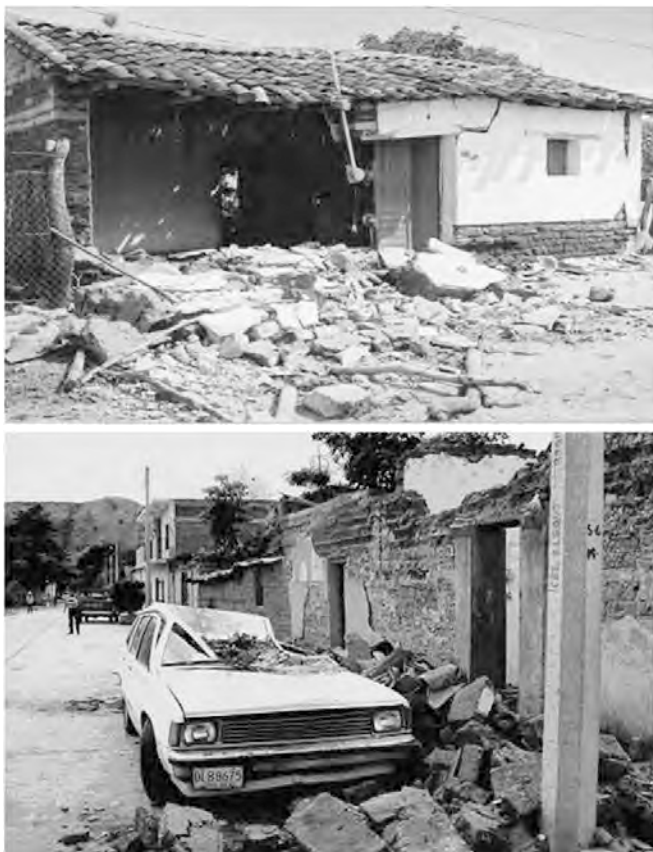


Figura 2. Daño en estructuras de adobe en la población de Jesús María Garza, municipio de Villaflores (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

Los daños se concentraron en las construcciones de adobe, alrededor del 80% de este tipo de construcciones manifestaron daños estructurales. Los daños consistieron, principalmente, en grietas verticales en la intersección de muros ortogonales por la prácticamente nula resistencia a tensión del material y por carecer de elementos confinantes, y —en casos extremos— el colapso del muro por desplazamientos excesivos del diafragma flexible a través de los cargadores o polines. Estos desplazamientos de los muros en algunos casos dejaban a las estructuras de cubierta sin soporte, lo que permitía su colapso parcial o

total. En total 315 estructuras presentaron colapso total o parcial y alrededor de 350 construcciones presentaron daños moderados, obsérvese las fotografías de la figura 2, donde se ejemplifican daños por colapso de muros debidos a empuje lateral del diafragma flexible como en la figura 2a, y en la figura 2b se muestra un colapso total de la cubierta en una vivienda de adobe, estas fotografías corresponden a Jesús María Garza.

En la figura 3 se muestran daños en estructuras de adobe de Nuevo México, municipio de Villaflores, donde hay —incluso— colapsos totales de cubierta, los cuales han sido mortales en sismos en otros lugares, como en Perú. Sin embargo, por distintas variables —entre ellas el horario en que se presentó el sismo— no hubo consecuencias fatales, según las autoridades, aunque los diarios señalan —aparentemente— dos decesos, los cuales no obstante de lamentables son menores considerando los daños registrados y la cantidad de muertos que se habrían suscitado en un sismo ocurrido en la madrugada.

En la fotografía de la figura 3a se muestra el proceso de demolición de una estructura empleada como vivienda. No obstante lo avanzado del proceso, se infiere que se presentó un colapso prácticamente total de la cubierta, empujando a los muros exteriores, ya que el cuarto del fondo, por sus dimensiones geométricas, concentra mayor rigidez y, por tanto, mayor oposición al desplazamiento.



Figura 3a. Daño en estructuras de adobe en la población de Nuevo México, municipio de Villaflores (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).



Figura 3b. Daño en estructuras de adobe en la población de Nuevo México, municipio de Villaflores (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

En la figura 3b se muestra, como en otros sismos reportados en el capítulo 5, que existe una dificultad importante al tratar de vincular al adobe con otros materiales (ladrillo de barro recocido en este caso) y que en la mayoría de los casos terminan separándose. Esta complejidad dada por incompatibilidad de deformaciones, cambios volumétricos y mecánicos experimentados por las condiciones atmosféricas y su efecto en los materiales, termina separándolos, de allí que no todas las técnicas empleadas para reparar mampostería tradicional operan para el adobe. Las figuras 3c y 3d muestran el empuje del diafragma flexible de la cubierta al muro perpendicular a ésta, y la incapacidad de éste para tomar estos esfuerzos inducidos, por lo que se presenta el colapso, mismo que arrastra a la cubierta consigo.

Estas regiones semi-urbanas o rurales de la frailesca fueron prácticamente devastadas en lo referente a sus construcciones, lo cual se observa mediante las fotografías aéreas que se tomaron en la visita técnica desarrollada por funcionarios de los gobiernos estatal y municipal el 23 de octubre de 1995 a Nuevo México, Villa Hidalgo, Jesús María Garza y la cabecera municipal de Villaflores, a cargo del ingeniero Jesús Romeo León Vidal, ingeniero Pedro González Vera e ingeniero Luis Felipe Tirado León (Ver figura 4). En las figuras se observa el colapso parcial de las tejas de techos, en otros casos incluso tejas y vigas de madera de los mismos y, en casos más críticos, el colapso total de la cubierta, acompañada de daños en los muros y —para condiciones prácticas— la pérdida total de la vivienda.



Figura 4. Visita técnica del 23 de octubre de 1995 a Nuevo México, Villa Hidalgo, Jesús María Garza y cabecera municipal de Villaflores (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

Villaflores

En esta comunidad las construcciones de adobe representan aproximadamente el 60% del total, y la mayoría de ellas sufrieron daños estructurales. El patrón más frecuente fue la presencia de agrietamiento vertical en la intersección de muros, pero en este caso no se observaron colapsos. También algunas construcciones de adobe que fueron reforzadas antes del sismo mediante el confinamiento con elementos de

concreto reforzado presentaron un comportamiento aceptable lo cual se observa en la figura 5, que nos permite ver cómo lucía Villaflores al día siguiente al sismo.



Figura 5. Daños en la cabecera municipal de Villaflores (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

Las construcciones de mampostería reforzada son comunes en la zona, este tipo de edificación presentaron algunos daños estructurales y, en algunos casos, la construcción tuvo que ser demolida. Los daños principales consistieron en agrietamiento diagonal de muros. La figura

6 muestra una estructura de mampostería confinada como sistema estructural, pero que presenta refuerzo inadecuado y piezas de poca resistencia, las grietas se concentran en el segundo nivel, debido al golpeo que se da con la estructura baja.



Figura 6. Daños en la cabecera municipal de Villaflores (fotografía cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

Una estructura con daños que no eran justificables consistía en una estructura de mampostería, relativamente reciente y que correspondía a la presidencia municipal de la ciudad de Villaflores, misma que resultó con daños importantes y dejó de ser utilizada. En este edificio se observó que algunos de los muros no estaban confinados (figura 7a), lo cual generaba daños importantes en la estructura de los muros, que funcionalmente estaban siendo confinados tan solo por la estructura del marco de la puerta o de las ventanas. En algunos muros sí estaban presentes los castillos, pero con mal detallado y anclaje con los cerramientos, por lo que no estaba articulado el confinamiento (desarticulación estructural), como se muestra en la figura 7b.



Figura 7. Daños en la presidencia municipal de Villaflores (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan y del maestro Raúl Vera Noguez).

Una constante en las construcciones de mampostería “confinada” que presentaron daños consistió en la falta de articulación de la estructura, donde los castillos no se integraban a ésta, como se observa en la figura 8, donde no se colocó un dentado entre el castillo y el muro que funcione como llaves de corte, para permitir el trabajo del sistema de mampostería confinada, tal como se logra cuando se ejecuta con precisión. Existe otra complejidad mostrada en esa misma figura, donde al tratar de vincular una estructura de adobe (en planta baja) con una de

mampostería de tabique para el crecimiento posterior (ubicándose en la planta alta), este segundo nivel incrementa las demandas sísmicas sobre la estructura de adobe. Aunque paradójicamente en este caso la estructura que resultó con mayor daño corresponde a la de la planta alta, donde se observan desprendimiento de muros y falta de integridad estructural, mientras que en la planta baja, debido a que se encontraba bien construida, se observa un daño menor.



Figura 8. Daños en vivienda de mampostería confinada en la cabecera municipal de Villaflores (fotografía cortesía del maestro Raúl Vera Noguez).

Considerando a las iglesias y centros de culto en el municipio de Villaflores, hubo daños en la iglesia del Señor de Esquipula y en el Templo Evangélico del Nazareno, que finalmente fue derribado, como se muestra en las dos primeras fotografías de la figura 9. En esta iglesia se concentraron daños en las torres, en muros y losas, no obstante que la iglesia era una construcción reciente, sin embargo debido a factores como la calidad de la edificación, irregularidad en elevación y planta, entre otros factores (por ejemplo conectar muros de mampostería muy frágil a estructuras más rígidas como se observa en la torre), generaron un daño tan importante que implicó la demolición de la construcción.



Figura 9. Daños y demolición de la iglesia del Nazareno, Villaflores, Chiapas (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

En síntesis, los daños en el municipio que le da nombre al sismo fueron cuantiosos y generalizados, pero sobresalen los generados en las localidades de Nuevo México (282), Jesús María Garza (113), e Ignacio Zaragoza (88). Debemos aclarar que no obstante que hay municipios

con más daños en sus estructuras, como se observa en la gráfica de la figura 10, los daños que sufrieron representan un menor porcentaje del inventario total de ellas.

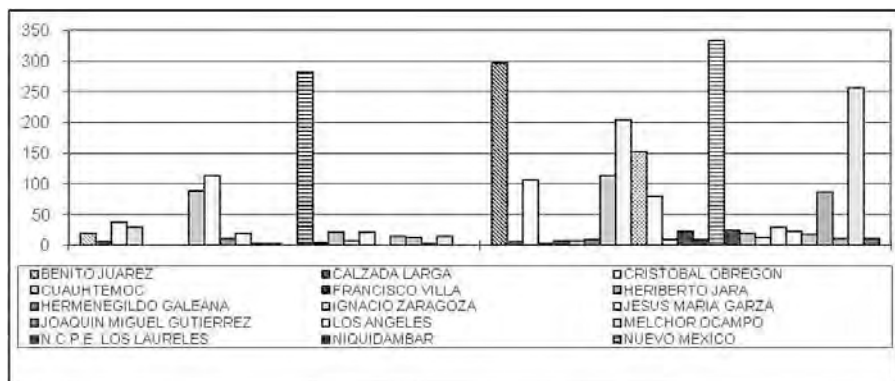


Figura 10. Daños en las distintas localidades del municipio de Villaflores (la gráfica fue construida con datos del Instituto de Protección Civil).

No obstante que la región de la frailesca fue la más afectada en el estado de Chiapas, no se encontró un censo de los daños pormenorizados al momento de elaborar el texto, por lo cual, en el apartado anterior se presentaron los que fueron más representativos de acuerdo con las fotografías donadas para el libro y la memoria de quienes vivieron el evento.

Daños en el municipio de Tuxtla Gutiérrez

Tuxtla Gutiérrez

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez se localiza en un valle angosto comprimido por dos mesetas calcáreas; al Norte por la Meseta de las Ánimas y su prolongación al Cañón del Sumidero, con alturas de hasta 1,200 msnm; y al Sur por la Meseta de Copoya, donde se ubica el Cerro Mactumatzá, que es emblemático de la ciudad, con una elevación de 1,150 msnm. La ciudad, capital del estado de Chiapas, ha presentado un crecimiento impresionante desde 1892, contándose menos de 10 mil viviendas, y hasta 2009, donde existen cerca de 150 mil viviendas, de acuerdo con

la proyección de lo indicado por el Censo de Población y Vivienda del INEGI en el 2005. Lo anterior se puede apreciar en la figura 11, donde se observa la mancha urbana de los años 1892 (año en que la ciudad se vuelve capital del estado), 2000 y por último 2009.

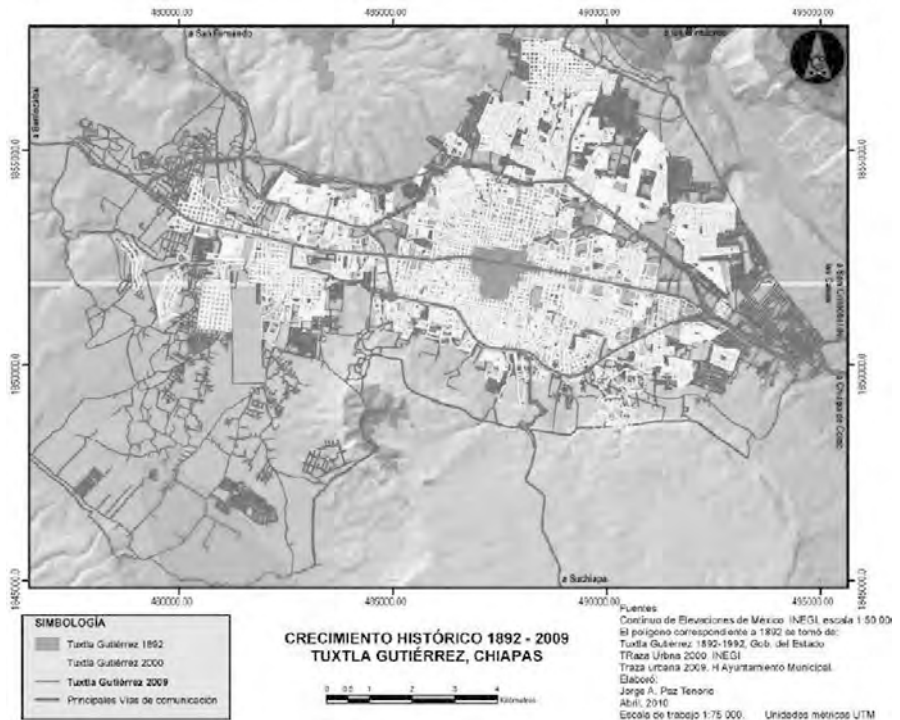


Figura 11. Plano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez en 2009 desarrollado con el empleo de SIG (Paz, 2010).

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez presenta un crecimiento poblacional muy importante en los últimos 40 años sin contemplar un desarrollo urbano adecuado (véase figuras 11 y 12), a causa, principalmente, de factores como la migración del campo a la ciudad, la construcción del sistema de las presas (fenómeno que produjo la mayor migración a la ciudad en los años 70 y 80), el efecto del Ejército Zapatista de Liberación Nacional del año 1994, la llegada de empresas con nuevas oport-

tunidades laborales, la presencia de las universidades más grandes del estado y los programas sociales que se dan en la capital, fenómenos complejos que en la actualidad tratan de mitigarse mediante el desarrollo de las ciudades rurales e incremento de la inversión en cada una de las nueve regiones del estado.

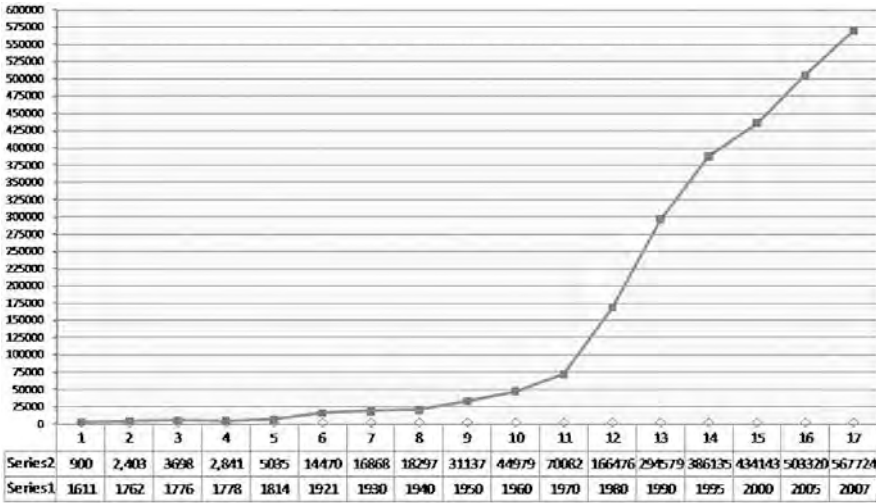


Figura 12. Crecimiento poblacional de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez desde 1611–2007 (construcción propia basada en datos del INEGI)

En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez el número de construcciones de adobe ya era reducido en el año de 1995, cercano al 8% (González y otros, 2008), y muchas de estas estructuras mostraron daños estructurales.

El sistema estructural de adobe presenta dificultades de vinculación entre los elementos de cimentación y cubierta con los muros transversales y longitudinales, en parte debido al espesor de éstos y en otra por las propiedades del material (como su pobre adherencia). Aun con estas características, algunos profesionistas de la práctica e investigadores de materiales tradicionales insisten en que se debe lograr con este material un sistema estructural que cumpla con la filosofía del diseño sismoresistente actual, lo cual hemos de señalar es muy complejo.

Otra característica importante que debe considerarse en el diseño de las estructuras de adobe es su reducido rango de comportamiento elástico, por lo que prácticamente todas las deformaciones que sufren no se recobran, y los esfuerzos que se requieren para deformarlas son muy bajos. Adicionalmente, la degradación de rigidez del sistema por las deformaciones es detonante de una falla frágil.

Considerando lo anteriormente expuesto se puede intuir que las construcciones de adobe que han subsistido a través del tiempo en las zonas sísmicas, de manera general, cumplen con muros de espesor considerable (ver figura 13), o que han experimentado una rehabilitación estructural, para que de esta manera no fuera rebasada la poca capacidad para tomar esfuerzos de corte que tiene el sistema desde 0.04 y hasta 0.08MPa (0.37 a 0.76Kg/cm²) (Vera y Miranda, 2004). Adicionalmente, la masividad del sistema le permitió resistir por gravedad la posibilidad del volcamiento por fuerzas de viento y la pérdida de resistencia por el intemperismo.



Figura 13. Estructura de adobe de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (fotografías cortesía de ingeniero José Alfredo Chan).

En la figura 14 se observa el efecto de sitio presentado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez tras el sismo del 20 de octubre de 1995, donde los daños se concentraron en zonas donde el suelo, por sus condiciones

plásticas y expansibles, termina por presentar amplificaciones y mayores demandas de esfuerzo en las construcciones.

Existe también la condición de que el suelo, en el mes de octubre, tiene un alto porcentaje de saturación por las intensas lluvias en ese mes en la región. Si consideramos que en el sismo de 1902, que alcanzó isosistas de hasta X, en la ciudad corresponde a asentamientos en la misma región donde se concentraron los daños del sismo de 1995, se acrecienta la necesidad de mayores estudios en la zona y determinar, mediante una red en la ciudad y con registros de sismos, los niveles de amplificación en la mancha urbana y las funciones de transferencia de los estratos de roca y los espesores de sedimentos que asienta a la ciudad. Asimismo, otros elementos importantes son el crecimiento de la ciudad en las laderas inestables o activas y las colonias del área urbana construidas sobre embovedados de lechos o afluentes del río Sabinal.

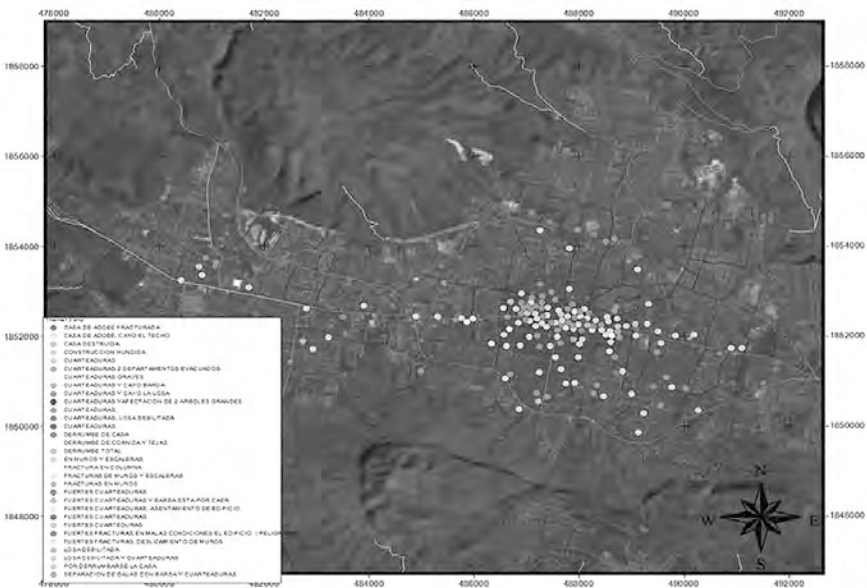


Figura 14. Exposición de daños del sismo de Villaflores del 20 de octubre de 1995 en la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez.

De acuerdo con la metodología de Rodríguez (2004) se determinó la densidad de muros de estructuras empleando la resistencia obtenida en el estudio experimental de adobe para Tuxtla Gutiérrez (González y otros, 2009), aunque no se coloca el procedimiento que se empleó ya que se retoma integralmente de la propuesta citada, la que consiste en una metodología para evaluar la vulnerabilidad a través de la densidad de muros para construcciones de mampostería y adobe. El método es adecuado para estructuras de mampostería a partir de analogías de S1GL (sistema de un grado de libertad). Los resultados se observan en la figura 15, donde, para estructuras de adobe de un nivel, se requieren aproximadamente un 7.5% de densidad de muros y, cuando se consideran dos niveles, la densidad de muros alcanza el 12%.

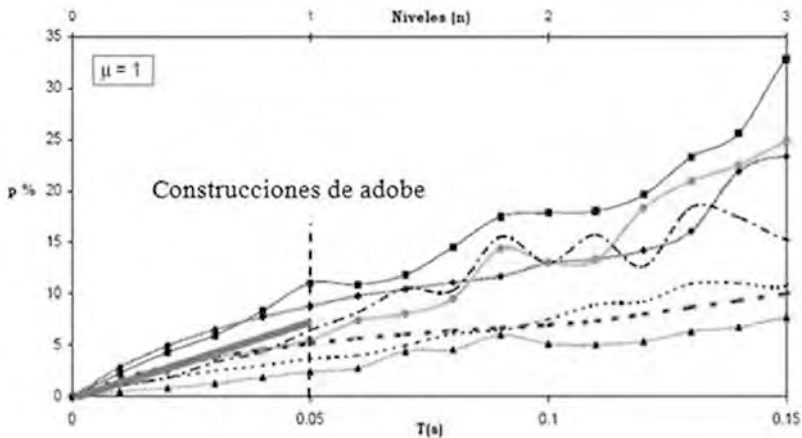


Figura 15. Densidad de muros en función del periodo de la construcción de adobe, basada en Rodríguez (2004).

Las estructuras de mampostería sin refuerzo, o con refuerzo mínimo, también presentaron daños muy importantes, lo más preocupante es que algunas estructuras no tenían el refuerzo por cuestiones de corrupción, ya que no obstante que el tipo de proyecto aparentaba que lo tenían, esto solo era una apariencia generada por el recubrimiento, tal como se observa en la figura 16.



Figura 16. Daños en mampostería sin refuerzo, debidas al comportamiento frágil del muro para esfuerzos de tensión y corte (fotografía del maestro Raúl Vera Noguez).

Edificios públicos

Aproximadamente el 26% de los edificios de mampostería presentaron daños estructurales, principalmente agrietamiento diagonal. Los daños fueron menores en las construcciones de concreto reforzado y acero, aunque para la fecha del sismo eran las menos. En la figura 17a se muestra cómo el edificio vecino golpea al que se muestra de frente, y lo hace en un nivel menor que la losa del que resultó dañado, generando un daño generalizado en el segundo nivel del mismo. En la figura 17b se observa el daño en un muro que no se desvinculó de la estructura y que no contaba con la rigidez, resistencia y capacidad de deformación suficiente, el cual resultó un fusible, el material del muro era de poca resistencia mecánica, ya que el castillo se separó del mismo solo con la pérdida de recubrimiento, pero sin mayor daño.



Figura 17a. Estructura de mampostería confinada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (fotografías cortesía de maestro Raúl Vera Noguez).



Figura 17b. Estructura de mampostería confinada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (fotografías cortesía de maestro Raúl Vera Noguez).

En el palacio de gobierno del estado de Chiapas se presentaron un conjunto de grietas en distintos elementos (ver figura 18), los cuales, desde ese momento, y sumados a las diversas modificaciones que ha tenido para cumplir con las necesidades, no permiten asegurar que sea una estructura segura. A partir de la pérdida de rigidez del edificio por

el daño acumulado en el sismo, no obstante la posterior reparación de éste, se dejó de usar el helipuerto que se encuentra en la parte superior del edificio, ya que en un intento que se tuvo, el edificio tuvo desplazamientos que causaron alarma entre los usuarios y se optó por evitar el empleo de dicho helipuerto.

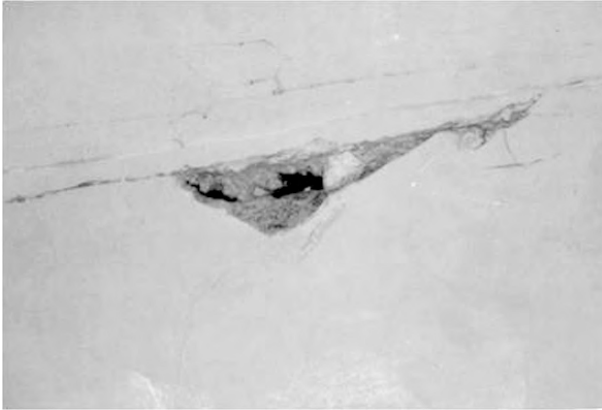


Figura 18a. Daños en estructura de concreto y mampostería del Palacio de gobierno en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (fotografías cortesía de ingeniero José Alfredo Chan).



Figura 18b. Daños en estructura de concreto y mampostería del Palacio de gobierno en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (fotografías cortesía de ingeniero José Alfredo Chan).

La plaza de las instituciones, donde se encuentran ubicadas diversas dependencias, entre ellas la Secretaría de Turismo, sufrió daños importantes en muros, columnas y losas, debidos, principalmente, a su excesiva irregularidad en planta y elevación. A partir de ese momento ha sufrido intervenciones que no han resuelto su problemática, y otras propuestas más definitivas, tal como una estructura metálica de rigidización externa, han sido ignoradas, por lo cual, esta estructura ha sido cada vez más subempleada, desalojando los niveles superiores y disminuyendo el número de eventos en sus auditorios. En la fotografías de la figura 19 se muestran las condiciones actuales de la estructura



Figura 19. Irregularidad del edificio plaza de las instituciones en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

No obstante los continuos daños ocurridos durante el sismo en edificios públicos, parece que no hay memoria histórica y actualmente se construye un edificio que alberga las oficinas del Instituto Federal Electoral en el poniente de la ciudad (ver figura 20), donde la calidad constructiva, las excentricidades del proyecto, tanto en planta como en

elevación, la esbeltez de los elementos, entre otros factores, hace a esta estructura vulnerable ante un sismo intenso como el del 20 de octubre de 1995.



Figura 20. Irregularidad de un edificio que se emplea como oficinas del Instituto Federal Electoral en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Las pocas estructuras de concreto que fallaron corresponden a fallas por errores en detallado como el caso de la separación de los estribos, lo cual hace más vulnerable al núcleo de la columna, propicia el desconchamiento del concreto y el pandeo del refuerzo vertical, además de reducir la capacidad a cortante de la sección. En las dos fotografías de la figura 21 se muestran detalles de dos columnas con separaciones de estribos de 30 cm o más, lo cual está fuera de cualquier recomendación para diseño de estructuras de concreto en zonas sísmicas desde antes del sismo de 1985, no obstante que los edificios eran más recientes, lo cual implica un diseño estructural que no contemplaba los efectos sísmicos y tampoco tenía una filosofía de seguridad para la construcción.



Figura 21. Una de las fallas más comunes en estructuras de concreto es la separación de los estribos, ya que genera una falta de confinamiento (fotografías cortesía del maestro Raúl Vera Noguez).

Otros edificios públicos dañados de manera importante fueron las oficinas de la gerencia general de la Comisión Estatal de Caminos y la sede de la Comisión Estatal de Derechos Humanos, los cuales, por la cantidad de agrietamiento en diversos elementos, presentaron daños que requirieron el desalojo y no utilización de los inmuebles por un tiempo. Uno de los mayores problemas de los edificios públicos, en su

momento, era que no se construían exprofeso, sino que eran estructuras rentadas o compradas que se modificaban y adecuaban arquitectónicamente para las necesidades de la dependencia, sin embargo, en la parte estructural, tan solo se observaba que no presentaran daño aparente, lo cual era una causa de incertidumbre en cuanto al comportamiento esperado frente a un sismo y el nivel de riesgo para los ocupantes.

La Secretaría de Desarrollo Agrario se encontraba establecida en el edificio Valanci en el momento del sismo, en el cual se presentaron grietas en diversos muros, lo que era previsible por la esbeltez del edificio. Éste ha tenido varios reforzamientos en los muros, no obstante, lo alargado de su planta no ha contribuido a reducir su vulnerabilidad, además de que existe un edificio de colindancia que le ofrece una “zancadilla” a la estructura y que genera golpeteos entre las estructuras de ambos. Adicionalmente, otros edificios que sufrieron daños en el centro de la ciudad han incrementado su vulnerabilidad posterior al sismo mediante la colocación de espectaculares en su cubierta (ver figura 22).



Figura 22a. Edificio en el centro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Figura 22b. Edificio en el centro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Otros edificios con daños fueron la Oficialía Mayor, que resultó con grietas en muros; el edificio de la Secretaría de Salud; el Edificio “C” Unidad Administrativa, que también tuvo grietas, mismo que es irregular en planta. Asimismo, otros edificios con fisuras en muros fueron el Tribunal Electoral del Estado, la Comisión Mexicana de Ayuda a Refugiados, el Tribunal del Servicio Social, la ex procuraduría de Justicia, entre otros.

Además, el edificio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) también resultó con agrietamientos en muros y desplazamientos importantes por la flexibilidad de la estructura, lo que causó pánico en sus ocupantes. En general el agrietamiento fue generado por excentricidad en planta, mal detallado de los elementos, baja resistencia de las piezas de mampostería, entre otros factores, que fueron comunes en diversas estructuras empleadas como edificios públicos en la ciudad.

En la actualidad la política de edificios públicos va a cambiar, ya que el grueso de las instituciones pasará a establecerse en la Torre Chiapas, edificio de 22 niveles que cumplirá estas funciones en el año 2011. No obstante debe considerarse que existe la posibilidad de fallas durante un sismo en la estructura, elementos no estructurales o servicios de telecomunicaciones, que dificultarían la respuesta y toma de decisiones

de las autoridades, si bien se reduce la dependencia de los arrendamientos de edificios donde se desconoce el mantenimiento y el nivel de seguridad estructural.

Daños en iglesias

Las iglesias y centros de culto fueron afectados medianamente en Tuxtla Gutiérrez, donde el templo de Santo Domingo tuvo daños importantes en los muros y torres, lo que le impidió prestar el servicio eclesiástico durante un periodo de tiempo. Lo mismo ocurrió con la catedral de San Marcos, que presentó daños y grietas en una cúpula del siglo XVII, así como en las torres y muros, lo cual se observa en la figura 23, donde hay desprendimientos de la cúpula y grietas en diversos muros desde el interior y que salían incluso a la parte exterior del muro, incluso en muros de adobe de espesor importante. Adicionalmente se encontraron con daños menores las iglesias de los barrios o regiones importantes de la capital, como la de San José Terán y la de San Roque.



Figura 23a. Daños en estructuras de iglesias y centros de culto. Daños en una cúpula y muros de la catedral de San Marcos en Tuxtla Gutiérrez (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).



Figura 23b. Daños en estructuras de iglesias y centros de culto. Daños en una cúpula y muros de la catedral de San Marcos en Tuxtla Gutiérrez (fotografías cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

Las iglesias históricas que pueden llegar a nivel de monumentos han sido estructuras frágiles frente a los sismos por sus materiales constitutivos, tales como adobe, piedra, madera, bajareque, entre otros, por lo cual requieren de un constante mantenimiento y monitoreo. No obstante que en el sismo de Villaflores, no se presentó ningún colapso, estas estructuras requirieron mantenimientos y reforzamientos en lo general, y deben monitorearse para prever mayores daños que pudieran presentarse en sismos futuros.

Daños en escuelas

Las instalaciones educativas fueron de las más castigadas durante el sismo, lo cual motivó la suspensión parcial de actividades, tan solo en Tuxtla Gutiérrez tuvieron daño todas las instituciones públicas de educación superior y algunas instituciones privadas de este nivel educativo.:

La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) tuvo daños en algunos de los edificios en su sede del lado oriente, como la cafetería central y las áreas de psicología, odontología, biología y topografía, y de menor importancia en la zona de rectoría, cuyo edificio

ha sufrido importantes modificaciones, las cuales no siempre le dan un mejor comportamiento, ya que se generan columnas cortas, asimetrías o excentricidades torsionales en el sistema de marcos y muros. Además por el paso del tiempo de su construcción original, para su diseño no se consideró un detallado que cumpla con los cánones de sismorresistencia que se manejan actualmente (ver figura 24).



Figura 24. Actualidad del edificio de rectoría de la UNICACH.

La Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) presentó daños en diversos edificios de las facultades, entre ellas la de Ingeniería Civil y la de Arquitectura. Respecto a la Facultad de Ingeniería Civil se puede comentar que hubo, incluso, el colapso de un área que se empleaba como cubículo y que era una de las construcciones más recientes del inventario de construcciones de la institución. En el momento del sismo se encontraba ocupando este espacio un investigador que realizaba una estancia académica en esta escuela y quien tuvo que salir literalmente de los escombros. En la Facultad de Arquitectura una serie de estudiantes de ese momento comentan que retiraron escombros producto del desprendimiento del repello de la cubierta que habían caído sobre los restiradores en el salón de dibujo, donde no fueron pocos los que cayeron al tropezarse con sus bancos al intentar salir en medio de la oscuridad que se tenía a esa hora.

Tiempo después del sismo de 1985 los edificios educativos han venido siendo reforzados mediante contravientos, ya que de origen el sistema tenía muy poca rigidez en el sentido largo, siendo una estructura tipo túnel. Como menciona el doctor Arturo Tena Colunga en el capítulo uno del libro, estos refuerzos han funcionado adecuadamente. Posterior al sismo de 1995 se reforzaron con este sistema algunos edificios de la UNACH, entre ellos algunos salones de la Facultad de Ingeniería, como los que se observan en la figura 25.

El caso del edificio de rectoría de la UNACH (ver capítulo 7, donde se habla sobre su restauración estructural) es importante, ya que se trataba de un edificio aparentemente regular, de una planta y con secciones de columnas y trabes que parecían ser suficientes. Éste tuvo daño en gran parte de sus muros y columnas debido a que se conectaron muros a columnas en la zona de baños, lo cual generó excentricidad en ambos sentidos ortogonales y una concentración de esfuerzos en la zona, dañando a la mayoría de las columnas (ver figura 26).



Figura 25a. Posterior al sismo la mayoría de las estructuras de escuelas fueron reforzadas con diagonales, al igual que los edificios de la facultad de ingeniería de la UNACH.



Figura 25b. Posterior al sismo la mayoría de las estructuras de escuelas fueron reforzadas con diagonales, al igual que los edificios de la facultad de ingeniería de la UNACH.



Figura 26a. Daños en muros y columnas del edificio de rectoría de la UNACH (fotografías cortesía del maestro Jorge Alfredo Aguilar Carboney).



Figura 26b. Daños en muros y columnas del edificio de rectoría de la UNACH (fotografías cortesía del maestro Jorge Alfredo Aguilar Carboney).

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG) tuvo daños en la cafetería, en la biblioteca y en la Unidad administrativa. Los daños fueron encontrados en muros, desprendimiento de recubrimientos y asentamientos parciales de algunos elementos estructurales, lo que requirió de una supervisión y la suspensión temporal de algunas actividades, no obstante las clases continuaron aún con la desconfianza e inquietudes de los alumnos.

Los alumnos del Instituto de Estudios Superiores de Chiapas (IESCH) se negaron a entrar a sus salones y demandaron un peritaje de daños en sus edificios, e incluso una persona saltó desde el balcón en el momento del sismo al entrar en pánico, afortunadamente solo tuvo fracturas importantes, pero nada que pusiera en peligro su vida.

La Universidad Valle del Grijalva (UVG) tuvo daños en varias de sus instalaciones, consistentes en fracturas en muros y desprendimiento de recubrimiento.

Alrededor de 50 construcciones educativas de nivel básico y medio fueron afectadas en el estado, entre las que presentaron mayor destrucción se encuentran: Las escuelas Gustavo Díaz Ordaz, Salomón González Blanco, Juan Benavides, Asunción de la Cruz, José María Morelos, CEBECH, y la Secundaria del Estado (que tuvo daños en la cubierta)

en Tuxtla Gutiérrez; la preparatoria en Chiapa de Corzo; la escuela Fernando Montes de Oca en Villacorzo; la escuela Ángel Pola, la primaria José Vasconcelos, el jardín de niños Isabel la Católica, el Colegio Motolinía y la Preparatoria en Villaflores. En la figura 27 y la tabla 1 se muestra un concentrado de daño por nivel educativo.

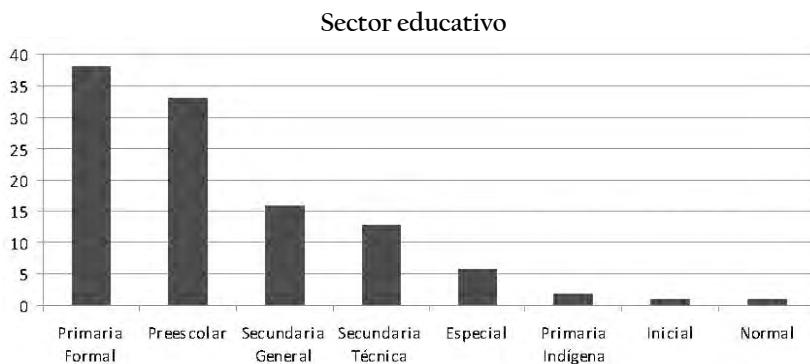


Figura 27. Daños en edificios de nivel básico y medio del sistema educativo (datos cortesía del ingeniero José Alfredo Chan).

Tabla 1. Concentrado de daños en edificios de nivel básico y medio del sistema educativo (datos cortesía del ingeniero José Alfredo Chan)

Nivel educativo	Escuelas afectadas	Sin daños	Actividades parciales	Sin actividad
Inicial	1	1		
Preescolar	33	12	2	19
Especial	6	4	1	1
Primaria formal	38	15		23
Primaria indígena	2	2		
Secundaria técnica	13	13		
Secundaria general	16	14		2
Normales	1	1		
Totales	110	62	3	45

Daños en infraestructura y servicios

La infraestructura es un rubro muy sensible tras un sismo, ya que en caso de dañarse una vía principal se limita, incluso, la posibilidad de evacuación. Durante el sismo de Villaflores en octubre de 1995 se presentaron daños leves en la carretera Tuxtla Gutiérrez–San Cristóbal de Las Casas, donde hubo derrumbes en diversos puntos, pero en el km 2.5 colapsó un cerro y bloqueó parte de la vía.

Otras vías que fueron afectadas y que presentaron bloqueos parciales en su circulación son: la carretera Cintalapa–Arriaga, que presentó hundimientos; y los tramos El Escopetazo–Pichucalco y Cerro de Umoa–Tuxtla Gutiérrez, con derrumbes leves. Se señala en distintas fuentes que se realizó una inspección a los puentes carreteros y que, incluso, se requirió del apoyo de consultores que vinieron de la ciudad de México; no obstante, no se señala que hubieran daños específicos. Las calles en Tuxtla Gutiérrez se congestionaron por personas que querían averiguar qué les había sucedido a sus familias o simplemente salir de la zona que consideraban de peligro, además de que se presentaron choques automovilísticos.

En otros rubros de infraestructura, en lo que se refiere a las presas La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas, éstas no reportaron daños, y tradicionalmente han sido las estructuras más monitoreadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en cuestión sísmica desde su construcción en el estado.

En lo que se refiere a la infraestructura eléctrica, en los primeros momentos del sismo se reportó la suspensión parcial del servicio de energía eléctrica, por alrededor de 25 minutos, fenómeno derivado de la caída de postes y cables de energía eléctrica, por lo que se decidió suspenderla en el resto de la ciudad para evitar incendios y accidentes colaterales, ya que puede entenderse que la obscuridad reinante motivada por la hora a la que se presentó el sismo, alrededor de las 20:39 horas, así como por la neblina ocasionada por el polvo de la caída de los repellos, cornisas, dinteles, muros, tejas y techos de casas y edificios invadió a la ciudad, posibilitaba los accidentes y los incendios. No obstante lo anterior, se presentaron incendios debidos a fugas de gas en

una vivienda del FOVISSSTE Terán, en el Mesón del Ángel, el mercado 20 de noviembre y en una tortillería denominada La Pimienta, en Tuxtla Gutiérrez.

Otro servicio que fue muy afectado es el de la telefonía, derivado de la congestión de las líneas telefónicas y de la caída de postes. Durante el sismo de 1985 el sistema de telefonía colapsó por la caída de estructuras, por lo que a partir de ese momento Teléfonos de México (TELMEX), empresa que en ese momento monopolizaba el sector, decidió hacer estudios técnicos para el reforzamiento de su infraestructura, lo que coadyuvó a tener menos inconvenientes en este rubro con los sismos de 1995 (Ometepec, Manzanillo y Villaflores).

El Centro de Rehabilitación Social (CERESO) No. 1 de Cerro Hueco, ubicado en ese entonces en las instalaciones que actualmente ocupa el museo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas, presentó un motín de 50 reos, quienes aprovecharon el desconcierto y el miedo generado por el sismo, aunque por lo que se reporta en la prensa el motín fue sofocado en cuatro horas sin reos evadidos, a excepción de un custodio que se cayó desde 6 m de alto y resultó herido. Otros CERESOS donde hubo intentos de fuga o histeria colectiva por el sismo fueron el de Acapetahua y el de Comitán de Domínguez, informó el director general de los CERESOS, Gilberto Ocaña Méndez. La cárcel distrital de Venustiano Carranza resultó con daños materiales tales como cuarteaduras y varios desprendimientos en los dormitorios.

A través de los medios impresos se reportaron daños menores en hoteles de la ciudad capital Tuxtla Gutiérrez, sin embargo los turistas nacionales y extranjeros que se hospedaban en ellos durmieron en el parque central por el temor a las réplicas que pudieran presentarse (las cuales, se explicó, no se presentaron). El desconcierto puede atribuirse a que en algunos estados de la República Mexicana, así como países y/o regiones del mundo no conocen los sismos, por lo que los turistas lo experimentaron de manera fortuita en sus vacaciones o diversas actividades en el estado de Chiapas. En la zona de la Frailesca se dañaron los hoteles Santa Catarina y Los Pinos.

Respecto a los monumentos históricos, éstos no sufrieron daños (Palenque, Bonampak, Toniná, Yaxchilán y Tenam–Puente, entre

otros), a pesar de que su construcción data del siglo VI de nuestra era, aseveró el director del centro INAH en Chiapas, Carlos Silva Rhoads. Sin embargo, edificios coloniales como la Catedral de San Marcos en Tuxtla Gutiérrez, el ex convento de Santo Domingo de Guzmán en Chiapa de Corzo, las iglesias de Aguacatenango en Venustiano Carranza, Pantepec y Chictón en el municipio de Ixtapa, así como los templos de San Francisco y El Calvario en San Cristóbal de Las Casas, sí sufrieron daños.

Anexo: relación de daños en Tuxtla Gutiérrez

A continuación se presenta una relación de daños por el sismo en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas del 23 de octubre al 6 de noviembre de 1995, en ella se establecen su ubicación, propietario y observaciones generales. Ésta fue elaborada por la Secretaría de Gobierno mediante la Unidad Estatal de Protección Civil, actualmente el Instituto de Protección Civil para el Manejo Integral de Riesgos.

Ubicación	Propietario	Observaciones
1ª Sur no. 1548 entre 14 y 15 Oriente	Esperanza Montesinos	Cuartheaduras
1ª Sur Oriente no. 1019	Esther García Acuña	Derrumbe de casa
1ª Sur Oriente no. 536	Roxana Gómez Bustamante	Cuartheaduras
2ª Sur y 7ª Oriente		Colapso parcial (adobe)
3ª Sur Poniente no. 1511 Edificio Colonia Xamaipac, depto. 4	Emmanuel Gómez Solórzano	Cuartheaduras
4ª Sur no. 38 esquina con 8ª Oriente	Jorge Paredes Toalá	Fuertes cuartheaduras
4ª Sur Poniente no. 325	Victoria Lara Escobar	Fuertes cuartheaduras
5ª Sur y 2ª Oriente		Cuartheaduras
5ª Sur y 3ª Oriente		Colapso
5ª Sur no. 644 entre 5ª y 6ª Oriente	Ramón Esquinca Escobar	Fuertes cuartheaduras
6ª Sur y 7ª Poniente, la esquina	Saúl Ordoñez Méndez	Derrumbe de casa

Daños en estructuras habitacionales y educativas

7ª Sur no. 1446 entre 13ª y 14ª Oriente Barrio Santa Cruz	María Angelina Caballero	Fracturas de muros y escaleras
9ª Sur Privada no. 83ª entre 5ª y 7ª Oriente	Sra. María Teresa Maza	Cuartheaduras
9ª Sur Oriente no. 1687	Sra. Marilú Gordillo Albores	Cuartheaduras
10ª Sur no. 694 esquina 7ª Oriente	Sr. Adalberto Mundo Alegría	Cuartheaduras
11ª Sur Oriente no. 1123	Sr. Jesús Navarro Lara	Fuertes cuartheaduras
11ª Sur Oriente Privada no. 1277	Sra. Martina Gil Muñiz	Cuartheaduras
14 Sur no. 149 entre 1ª Poniente y Calle Central	Sr. Neftalí Mundo Molina	Cuartheaduras
14ª Sur Oriente no. 930	Sra. Bertha Molina Morgan	Cuartheaduras
17ª Sur Poniente no. 42 Fraccionamiento Zoque	Sr. Gilberto Hernández Morales	Fuertes cuartheaduras
18ª Sur Poniente no. 1050, Colonia Lomas del Venado	Sra. Agapita Hernández V.	Fuertes cuartheaduras y colapso de barda
1ª Norte no. 413 esquina con 3ª Poniente	Sr. Aquiles Cruz Arce	Fuertes cuartheaduras
1ª Norte Oriente no. 665	Cp. Miguel Ángel Ríos Martínez	Cuartheaduras
1ª Norte Oriente no. 920	Sr. Ausencio Zambrano Martínez	Cuartheaduras
1ª Norte Oriente no. 1019	Sra. Guadalupe Acuña Estrada y Sr. Reynaldo Mancilla	Colapso total
1ª Norte Poniente no. 1050	Profesor Marte Fabio Gálvez Rivera	Cuartheaduras
1ª Norte no. 1341 entre 12 y 13 Oriente	Sr. Adolfo Micely Sánchez	Cuartheaduras
2ª Norte no. 742 entre 6ª y 7ª Oriente	Sra. Martha Elena Pozo Pérez	Cuartheaduras y cayó barda
2ª Norte no. 798 entre 6ª y 7ª Oriente	Sra. Mayra González Pascasio	Cuartheaduras y afectación de 2 árboles
2ª Norte Oriente no. 1325	Sr. Manuel Rodríguez de La Cruz	Cuartheaduras
2ª Norte Oriente no. 1424	Sr. Reynol Estrada González	Cuartheaduras
2ª Norte Poniente no. 764	Sra. María del Carmen Ramírez	Fuertes cuartheaduras
2ª Norte Poniente no. 848		Fuertes cuartheaduras
3ª Norte Oriente no. 352	Sra. Josefa Estrada Grajales	Fuertes cuartheaduras

3ª Norte Oriente no. 366	Sra. Guadalupe Nandayapa	Cuarteaduras y losa debilitada
3ª Norte No 635 entre 5ª y 6ª Poniente	Adrián Vázquez H.	Fuertes cuarteaduras
3ª Norte Oriente no. 657	Francisco Trujillo Orantes	Cuarteaduras
3ª Norte no. 679 esquina 6ª Oriente	Dora Salinas Hernández	Cuarteaduras
4ª Norte Oriente no. 425	Candelario Rodríguez	Fuertes cuarteaduras
4ª Norte Oriente no. 441	José Luis Olvera Rojas	Cuarteaduras
4ª Norte Oriente no. 714	Socorro Guillén	Fuertes cuarteaduras
4ª Norte Oriente no. 981, Fraccionamiento Madero	Dolores Rincón	Cuarteaduras
4ª Norte Poniente no. 629	Jorge Ruiz Velasco	Cuarteaduras en muros y escaleras
5ª Norte no. 856 entre 7ª y 8ª Poniente	Olivia Lara Cancino	Cuarteaduras
6ª Norte Poniente no. 1660	Isabel Díaz	Fuertes cuarteaduras
7ª Norte Oriente no. 354	Mario Espinosa Argüello	Fuertes cuarteaduras
7ª Norte y 5ª Oriente tortillería La Pimienta		Incendio
8ª Norte y 12ª Poniente esquina no. 888	Felicita Gómez de Burgos	Fuertes cuarteaduras
11ª Norte Poniente no. 321-A	María Consuelo Vázquez	Fuertes cuarteaduras
12ª Norte Oriente no. 345	Baldemina Camas	Fuertes cuarteaduras
1ª Oriente no. 528 entre 4ª y 5ª Norte	Zoila Vázquez Vela	Fuertes cuarteaduras
2ª Oriente y 2ª norte, auditorio Francisco y Madero		Cristales
3ª Oriente Sur no. 129	Emilia Borbolla	Cuarteaduras
3ª Oriente Sur no. 133		Cuarteaduras
3ª Oriente Sur no. 642	Florina Velasco Matuz	Fuertes cuarteaduras
3ª Oriente no. 693 entre 5ª y 6ª Norte	Rocío Álvarez Fernández	Cuarteaduras
3ª Oriente Norte no. 931	Arturo Dávila	Cuarteaduras
4ª Oriente Norte no. 360	Armando Bravo Ramírez	Cuarteaduras y daños en barda
4ª Oriente Sur no. 565	Sandra Grajales	Fuertes cuarteaduras y derrumbe de cornisa y tejas

Daños en estructuras habitacionales y educativas

4ª Oriente y 5ª Sur, fraccionamiento FOVISSSTE		Incendio
4ª Oriente no. 1135 entre 10ª y 11ª Norte	Francisco López Ramírez	Fuertes cuarteaduras
5ª Oriente Sur no. 241	Margarita Ruiz Villatoro	Fuertes cuarteaduras
5ª Oriente Norte no. 1198	Susana Pineda	Fuertes cuarteaduras
5ª Oriente Norte no. 870	Jesús Pérez Mechún	Fuertes cuarteaduras
7ª Oriente Sur no. 686	Aidé Gómez Melchor	Cuarteaduras
9ª Oriente Norte no. 227	Francisco J. Gutiérrez	Fuertes cuarteaduras
9ª Oriente Norte no. 267	Ángela Cabrera	Cuarteaduras
10ª Oriente Sur no. 147	Rosalba Pascasio	Cuarteaduras
10ª Oriente Norte no. 217	Rodolfo Manjarrez	Fuertes cuarteaduras
10ª Oriente Norte no. 505	Marlene Díaz Marín	Losa debilitada y cuarteaduras
12ª Oriente Norte no. 410, Colonia Periodista	Beatriz Gómez Alegría	Cuarteaduras
12ª Oriente no. 165 entre Avenida Central y 1ª Sur	Óscar Ruiz Melchor	Cuarteaduras
13ª Oriente Sur no. 761	Emelina Ruiz	Fuertes cuarteaduras
16 Oriente y 5ª Norte no. 1686	Emilio Martínez Ordoñez	Cuarteaduras
2ª Poniente Sur no. 254	Nely Gallardo Borges	Cuarteaduras
2ª Poniente Sur no. 1051	Guadalupe Ocaña Cruz	Casa de adobe, cayó el techo y cuarteaduras
3ª Poniente no. 332 entre 2ª y 3ª Sur	Fredy Nucamendi Pimentel	Casa de adobe fracturada
3ª Poniente Sur no. 222, Colonia Francisco I. Madero	Lucefina Pérez García	Cuarteaduras
3ª Poniente Norte no. 1240	Elías Díaz Gutiérrez	Cuarteaduras
4ª Poniente Norte no. 420	Filiberto Ochoa	Casa destruida
4ª Poniente Norte no. 359	Humberto Sandoval	Fuertes cuarteaduras
4ª Poniente y 4ª Norte no. 503	Maricela Trujillo Ramos	Fuertes cuarteaduras
5ª Poniente Sur no. 524-A	Julia Urbina Selvas	Fuertes cuarteaduras
6ª Poniente no. 189 entre Central y 1ª Sur	Francisco Martínez Palacios	Cuarteaduras
7ª Poniente no. 228 entre 1ª y 2ª Norte	Carmen Gurria de Franco	Cuarteaduras

12ª Poniente Norte no. 939 Colonia Mirador	Gaspar Mayorga Ruiz	Cuartheaduras
Avenida Central Poniente no. 823	Guadalupe Rodríguez	Cuartheaduras
Avenida Central y 10ª Poniente no. 1011 Panadería La Hojaldrá	René Aramoni León	Fuertes cuartheaduras y fractura en columna
Avenida Central Oriente no. 1415	Julia Marín Aguilar	Losa debilitada y cuartheaduras
Avenida Juan Sabines edificio 14, departamento 104 Fovissste II (Jardín Corona)	Marco Antonio Flores y profesor Venancio Robledo López	Cuartheaduras dos departamentos evacuados
Avenida Francisco I. Madero no. 941, entre 12 de Octubre y Calole	María Coutiño	Cuartheaduras
Avenida Aguascalientes y calle Oaxaca no. 22 Plan de Ayala	Marco Antonio Torres	Losa debilitada
Avenida Juárez no. 28, colonia Bienestar Social entre la Caminera y calle Aldama	Concepción Ruiz, viuda de Valle	Fuertes cuartheaduras
Avenida Álvaro Obregón no. 545, colonia Bienestar Social	Reberino Ovando Castañón	Fuertes cuartheaduras
Avenida Álvaro Obregón no. 555, colonia Bienestar Social	María del Carmen Ovando	Cuartheaduras
Avenida del Carmen no. 587, colonia Santa Ana	René Ángel Mancilla Rodríguez	Cuartheaduras
Avenida Salvador Urbina no. 48 B entre 15 de Mayo y Pino Suárez, colonia Bienestar Social	Gabriel Hernández Aguilar	Cuartheaduras
Avenida El Palmar no. 476, colonia Colonial	Raúl Monterrosa Oroasco	Cuartheaduras
Avenida Chiapas no. 128, colonia Juan Crispín	Roberto García Zúñiga	Cuartheaduras
Andador Pretiles edificio no. 500. Departamento C, Manzana 64 de INFONAVIT Chapultepec	Silvia Rueda Mena	Fuertes cuartheaduras
Baja California Sur 92, Plan de Ayala entre Hidalgo y Jalisco	Jaime García	Cuartheaduras
Belisario Domínguez no. 1210	Angélica Izaguirre	Construcción hundida
Boulevard Belisario Domínguez no. 2790	Elsa Gordillo Benítez	Cuartheaduras

Daños en estructuras habitacionales y educativas

Boulevard Belisario Domínguez, privada Los Sabinos No 130	Manuel Ramos Coutiño	Fuertes cuarteaduras
Calzada Samuel León Brindis, colonia Coquelex Kisan, callejón Guadalupe Victoria no. 8	Guadalupe Consospó Gordillo	Cuarteaduras
Calle Oaxaca no. 249, colonia Pensil	María La Ribera y Verónica Alcocer	Cuarteaduras
Calle Central y 1ª Norte edificio Marfil	Carlos López Dávila	Fuertes cuarteaduras
Calle Venezuela no. 360, esquina con Brasil, colonia El Retiro	Imelda Rangel de Domínguez	Cuarteaduras
Calle Ricardo Flores Magón no. 38, colonia INFONAVIT Grijalva, 1ª Sección	Celso Enríquez Alemán	Cuarteaduras
Calle Río Paredón no. 24, colonia Albania Alta	Guillermina Becerra	Fuertes cuarteaduras
Calle Oaxaca no. 249, Santa María La Ribera	Verónica Alcocer	Fuertes cuarteaduras
Calzada del Rastro no. 2008 entre 19 y 20 Oriente	Martha Natarén	Cuarteaduras
Condominios La Loma, periférico Sur Poniente no. 1102, depto. 402	Diana Jiménez	Cuarteaduras
Laureles no. 670 colonia Brasilito	Ana María González	Fuertes cuarteaduras
Paseo Primavera no. 1587, colonia El Mirador, 2ª Sección	Roxana Camacho Conde	Cuarteaduras
Privada de San Roque no. 99	Candelaria Cañaveral	Cuarteaduras y cayó la losa
Rinconada del Sol, edificio Cáncer, departamentos 205 y 206	Gloria Villafuerte Cancino	Cuarteaduras
Retorno Astromelia no. 467	Elvia Juárez, viuda de Alfaro	Cuarteaduras
Retorno Margarita Salinas de Gortari no. 221, colonia Siglo 21	Asariel Barrientos Reyes	Cuarteaduras
Hostal Mesón del Ángel		Incendio
2ª Poniente y 8ª Norte no. 67, El Parral, Chiapas	Gustavo Nuriulú Escobar	Cuarteaduras
21 de Octubre no. 742, Chiapa de Corzo	Víctor Manuel Camas Espinosa	Cuarteaduras

Otros edificios (escuelas, hospitales y edificios de gobierno)

Centros educativos y guarderías		
Ubicación	Propietario	Observaciones
2° Poniente y Avenida Central, edificio Maciel UNACH	María Eugenia Serrano	Cuartheaduras
Escuela Salazar Narváez colonia Paso Limón	Patricia Gutiérrez (secretaria)	Cuartheaduras graves
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, boulevard Belisario Domínguez		Daños en cafetería, biblioteca y unidad administrativa
Colegio Paulo Freyre, Universidad Valle del Grijalva		Fuertes cuartheaduras
Escuela primaria Cámara Nacional de Comercio. 6° Sur esquina 11° Poniente	María Magdalena Mendoza	Fuertes cuartheaduras y deslizamiento de muros
Preparatoria 1, colonia Las Palmas		Cuartheaduras
CEBECH Boulevard Belisario Domínguez		Fuertes cuartheaduras y asentamiento de edificio
Escuela Federico Froebel 8° Sur Poniente no. 1617, atrás de las bodegas del ISSSTE	Juana Moguel Fong	Fuertes cuartheaduras
INEA 10° Poniente no. 650 entre 5° y 6° Norte	Juan Manuel Palacios Chávez	Cuartheaduras
Escuela Ángel Albino Corzo Calle Central y 5° Norte		Cuartheaduras
Secundaria Eliseo Palacios 16° Oriente Sur no. 108	Manuel de Jesús Escobar	Cuartheaduras
Secundaria Técnica no. 64	José Ma. Llaven Cruz	Cuartheaduras
Secundaria del Estado 2° Sur Oriente		Daños en cubierta
Jardín de niños Rodulfo Figueroa, colonia Reforma		Fuertes cuartheaduras
Guardería del Gobierno del Estado, 9° Sur Oriente no. 316	María Elena Castañeda	Fuertes cuartheaduras
Escuela Gustavo Díaz Ordaz		Cuartheaduras

Escuela Salomón González Blanco		Cuartheaduras
Escuela Juan Benavides		Cuartheaduras
Escuela Asunción de la Cruz		Cuartheaduras
Escuela José María Morelos y Pavón		Cuartheaduras
Escuela Fernando Montes de Oca en Valle de Morelos, Villacorzo		Cuartheaduras
Colegio Motolínea, Villaflores		Fuertes cuartheaduras
Oficinas de gobierno, iglesias y otros edificios esenciales		
Ubicación	Propietario	Observaciones
Grupo Medico San Marcos Avenida Central Poniente no. 1418	María de Lourdes Ruiz	Fuertes cuartheaduras
Secretaría de Hacienda 4ª Poniente Norte no. 245		Fuertes cuartheaduras
Secretaría de Desarrollo Agrario, edificio Valanci	Romeo Camacho	Cuartheaduras
Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Av. Central Oriente y 11ª Oriente 1º piso	Griselda Bonifaz	Fuertes cuartheaduras
Secretaría de Salud, edificio "C" Unidad Administrativa		Cuartheaduras
Tribunal Electoral del Estado, boulevard Belisario Domínguez km. 1081		Cuartheaduras
Comisión Mexicana de Ayuda a Refugiados, 5ª Norte Poniente no. 2464	Arturo Rodríguez Lara	Cuartheaduras
Tribunal del Servicio Social, Venezuela no. 1 colonia El Retiro	Guadalupe Gómez	Cuartheaduras
Ex-Procuraduría de Justicia, 2ª Sur y Calle Central	Esdras Cruz Cruz	Cuartheaduras
Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra, 5ª Avenida Norte y 9ª Poniente no. 995		Fuertes cuartheaduras

ISSTECH 8 ^º Poniente Sur no. 327	Gabriel Ruiz	Cuartheaduras
Desarrollo Turístico, boulevard Belisario Domínguez no. 950, edificio Plaza de las Instituciones	Sr. Romeo Ramírez y Sra. Aurora Sánchez	Cuartheaduras
Plazuela de San Roque no. 91, pegada a la casa de la iglesia	Sr. Belisario Cortázar	Cuartheaduras
Edificio de la CTM		Cuartheaduras
Mercado 20 de Noviembre		Cristales e incendio
BANRURAL 5 ^a Norte y 4 ^a Poniente		Cuartheaduras
Templo de Santo Domingo		Daños en torres y muros
Catedral de San Marcos		Daños en muros, torres y cúpula
Iglesia del Señor de Esquipulas		Cuartheaduras
Iglesia del Nazareno		Fuertes cuartheaduras en cúpula y torres
Hotel Los Pinos		Cuartheaduras
Hotel Santa Catarina		Cuartheaduras
Palacio de gobierno de Tuxtla Gutiérrez		Cuartheaduras
Presidencia municipal de Villaflores		Fracturas importantes
Biblioteca José Emilio Grajalas, Villaflores		Cuartheaduras

Bibliografía

INEGI, 2006, “Anuario estadístico Chiapas tomo I y II”, en *Censo de población y vivienda 2005*, México, D.F., s.p.

González H., Aguilar J. y Gomez C. 2008, “Vulnerabilidad de viviendas de adobe en Chiapas y alternativas de reparación”, en *Memorias en extenso del XVI Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Veracruz, México, s.p.

González, R., Borraz, M. A., Aguilar, J., Narcía, C., y J. A. Ruiz, 2009, “Caracterización mecánica del adobe de Tuxtla Gutiérrez y su relación con la vulnerabilidad”. en *Memoria en extenso del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Puebla, Puebla, 11 al 14 de noviembre de 2009.

Paz, J. 2010, *Caracterización de las laderas habitadas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez*, tesis de maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable, UNICACH.

Rodríguez, M., E. Nava, T. Domínguez y J. Havskov, 1985, *Informe de los sismos ocasionados durante la construcción de la presa Manuel Moreno Torres (Chicoasén)*, Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.

Rodríguez M. 2004, “Un enfoque alternativo para la evaluación y diseño de edificaciones de mampostería en zonas sísmicas”, *Revista de Ingeniería Sísmica* no. 70, 27 hasta 58 págs.

Vera R. y Miranda S. 2004, “Comportamiento sísmico de estructuras de mampostería en la república mexicana”, *Primera Conferencia Internacional de Sismos*, Santiago de Cuba, s.p.