

Capítulo 9. Actualidad en Chiapas respecto al riesgo por sismos

Raúl González Herrera

(UNICACH)

¿Cómo ha cambiado la ingeniería en Chiapas a partir del último gran sismo en el estado? ¿Estamos preparados para un gran sismo?

Si bien la pregunta usada para intitular este apartado requiere ser planteada, considero que es demasiado complejo dar una respuesta que deje satisfechos a los distintos elementos y actores que conforman el sector de la construcción en el estado, adicionalmente mi visión tiene un sesgo que reconozco, al ver desde el punto de vista técnico, sísmico y estructural a una disciplina tan amplia como la ingeniería civil, aunado al hecho de que el sector de la construcción es multidisciplinario, y dentro de éste el papel de los arquitectos es tan importante como el de los ingenieros civiles, siendo quizá más importante si hablamos solamente de edificación.

Otra limitación de la que he de ser responsable, es que mi residencia en el estado se reduce a diez años atrás, lo que me vuelve un analista que parte de integrar las visiones de colegas y demás integrantes del sector y darle voz a sus inquietudes y reflexiones a través de mis paradigmas e ideas.

Durante los últimos 15 años la ingeniería chiapaneca ha avanzado en la medida en que ha sido cada vez más demandada para ejecutar

proyectos de envergadura y complejidad y que ha dejado de ser solo comparsa. Lo anterior no ha sido un hecho generado al azar, sino el resultado de una compleja búsqueda y gestión por parte de cámaras, agrupaciones de profesionistas, profesionales notables del sector, entre otros, en coordinación con las autoridades estatales, lo cual ha generado espacios y oportunidades. No obstante lo anterior siguen siendo muy dispares la capacitación y condiciones del sector, y son pocas las empresas que por sus posibilidades financieras, su experiencia técnica y currículum, compiten en una economía globalizada, donde los grandes proyectos son concursados incluso con empresas trasnacionales y/o nacionales.

Otro elemento clave del fortalecimiento de la ingeniería estatal reside en el incremento de profesionistas del sector, ya que a la oferta de más de 35 años de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) en su campus I en Tuxtla Gutiérrez, se suma la oferta del Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT) y el aporte de cada vez en mayor número de instituciones privadas que cuentan con la carrera de ingeniero civil, tales como: El Instituto de Estudios Superiores de Chiapas (Universidad Salazar Narváez, IESCH), La Universidad Valle del Grijalva (UVG), La Universidad Valle de México (UVM) y La Universidad Descartes (UNAM-DESCARTES). Debemos señalar que durante el sismo de 1995, el mayor número de ingenieros civiles provenían de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Con el transcurso del tiempo los constructores han incrementado, paulatinamente, el empleo de materiales “novedosos” para la región, lo que les ha permitido la actualización de profesionistas con experiencia, ya que estaban acostumbrados al empleo de materiales convencionales. Las prácticas constructivas son cada vez más diversas y con ello crecen las opciones para dar mejores soluciones técnicas a proyectos cada día más arriesgados como la Torre Chiapas.

En los siguientes párrafos se analizan con mayor profundidad otros factores y se complementan los anteriores, lo que da elementos para que el lector de su propia respuesta a la pregunta de partida. Sin embargo puedo señalar, desde mi visión, que la ingeniería civil chiapaneca ha

avanzado sin lugar a duda e incluso ha sido muy importante el cambio, no obstante que los retos de frente a la seguridad por riesgo sísmico para el estado son mayúsculos y que el conocimiento y nuevas técnicas demandan una mayor responsabilidad para el sector. Sin embargo, los avances serán infructuosos si no se homogenizan las prácticas, los proyectos y los procesos relativos al sector a todas las regiones del estado.

Requerimientos de instrumentación sísmica y estudios de riesgo sísmico

Como quedó señalado en diversos capítulos del texto, se requiere de la conformación de una red estatal para monitoreo sísmico, la que con el paso del tiempo permita desarrollar estudios más específicos para el estado, pero que de manera inmediata posibilite generar una norma técnica preliminar en materia de ingeniería sísmica con apoyo de una microzonación y espectros locales que consideren el efecto de sitio y fallamiento cortical.

En la actualidad la red de banda ancha de la UNAM (operada por el Servicio Sismológico Nacional, SSN) se encuentra instalada en cuatro puntos del estado, además de los dos volcanes activos (Chichonal y Tacaná). También hay dos equipos acelerográficos de la RIIS (Red Interuniversitaria de Ingeniería Sísmica), ubicados en Tuxtla Gutiérrez en la UNACH y UNICACH, además de los equipos en el sistema de presas del río Grijalva.

Aunque a simple vista parecería que Chiapas tiene un número importante de equipos para estudiar sísmicamente el estado, cada red o serie de equipos opera de manera independiente y, pese a los años de instrumentación del estado, no hay espectros de diseño específicos para las ciudades chiapanecas producto de investigación local instrumentada en los reglamentos de construcción.

El objeto de una red es estudiar el comportamiento de los diferentes tipos de suelos, lo que permitirá determinar las características de los espectros de diseño y de otros datos de interés científico y técnico, tales como: valores espectrales, contenido de frecuencias, factores de amplificación según los tipos de suelos locales, tiempo de duración del movimiento, energía disipada, etc., así como mejorar el diseño estructural de

las edificaciones de la ciudad, proporcionando para ello los parámetros necesarios para el análisis dinámico de las estructuras, mediante el uso de espectros sísmicos propios de la región (Niño y otros, 2004).

Si consideramos que el peligro sísmico del estado de Chiapas es importante y complejo, la interacción de un sinnúmero de factores demanda estudios sísmicos específicos para determinar leyes de atenuación adecuadas, espectros de diseño, evaluar el efecto de sitio, entre otros temas. El doctor Marco Guzmán Speziale de la UNAM ha investigado desde hace años los procesos de fallamiento deslizante lateral izquierdo que viene a través del sistema de fallas Motagua, Polochic y Jocotán-Chamelecón y su ubicación en el estado, que es hasta nuestros días muy incierta; el doctor Juan Carlos Mora Chaparro, ha trabajado en la divulgación del riesgo y en la identificación del arco volcánico chiapaneco; el doctor Carlos Valdés ha investigado el riesgo sísmico asociado a los volcanes, en particular el Tacaná; entre otros investigadores que han dedicado su tiempo y experiencia a la identificación del peligro sísmico.

A raíz de dichas investigaciones, cada vez más jóvenes estudiantes, chiapanecos y de fuera de Chiapas, ha decidido incursionar en estos temas a través de estudios de posgrado, por lo es de suponer que habrá más estudios de Chiapas en los años por venir y que éstos, en caso de ser empleados, permitirán identificar el riesgo sísmico y tomar medidas para reducirlo a través de la reducción de la vulnerabilidad física.

Los materiales y sistemas constructivos en el estado

Características Mecánicas de los Materiales Empleados Actualmente en Tuxtla Gutiérrez

En el estado de Chiapas se presentan cambios importantes en las características de los materiales de construcción que surgen del subsuelo (principalmente piezas para mampostería —bloques, tabicones y tabiques— y agregados —gravas y arenas—), por lo cual deben hacerse investigaciones para identificar las condiciones de cada región haciendo muestreos en distintos bancos de material y plantas de fabricación.

Para remediar lo anterior, Ruíz y Aguilar (2006), González y otros (2009) y González y otros (2010) realizaron una investigación estadística en la capital del estado, donde se ejecutaron pruebas en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNACH (en los años 2005, 2008 y 2009) a las piezas, morteros y mamposterías, adobes y piezas especiales de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, tanto en tabiques de arcilla como en bloques de concreto, colocados en pilas verticales de cinco piezas para tabique y dos piezas para los bloques, para pruebas de compresión pura en muretes. Las pruebas se realizaron de acuerdo con lo solicitado en el protocolo de pruebas del apéndice A de las *Normas técnicas complementarias de mampostería del reglamento de construcción del Distrito Federal* (NTCM-RCDF-2004) y la *Normas mexicanas y el organismo nacional de normalización de materiales componentes y sistemas estructurales* (NMX-C-404-ONNCCE-1997).

De los resultados de las pruebas se puede afirmar que en Tuxtla Gutiérrez se presentan piezas con capacidades a la compresión en rangos desde 1.5 y hasta 4 MPa (Desde 15 y hasta 40 Kg/cm²), lo cual es muy pobre considerando que el RCDF, en sus NTCM-2004, permite emplear piezas con resistencias superiores a los 6MPa (60Kg/cm²), lo que, incluso, algunas piezas elaboradas por materiales reciclados superan. Los resultados obtenidos por los estudios anteriores son consistentes con los que se han registrado en estudios encontrados en la literatura, donde se enfatiza la variación y poca resistencia de las piezas en el estado, siendo mayor este fenómeno en la zona Norte y en la Región Central, donde se ubica la capital del estado, Tuxtla Gutiérrez, y las piezas con mayor resistencia se ubicaron en el Soconusco (González y Aguilar, 2004).

En la figura 1 se observan elementos orgánicos contaminantes de la pieza, los cuales están dispersos en la estructura interna del mismo bloque. Este tipo de patologías en las piezas suele ser recurrente en la región altos y determina la resistencia final, el tiempo de vida de la construcción, e incluso la propensión de la pieza a ser atacada por hongos y bacterias. En este aspecto la supervisión es vital para mejorar la calidad rechazando materiales que no cumplen con las especificaciones.



Figura 1. Fragmento de bloque de concreto contaminado con materia orgánica, la pieza corresponde a un fabricante de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

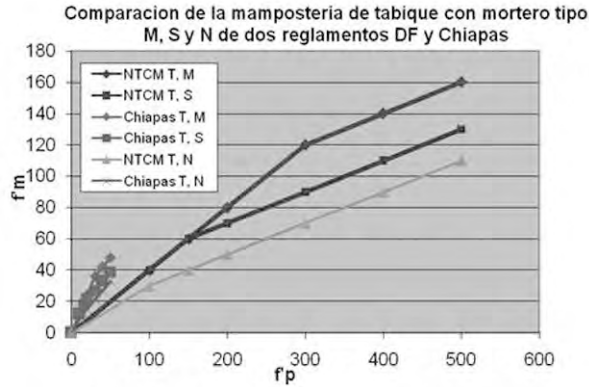
Analizando los requisitos para el desarrollo de mampostería estructural dados por las NTCM-RCDF-2004 y retomados por el reglamento de Chiapas, el cual considera ocho de los municipios del estado, entre ellos el de Tuxtla Gutiérrez, se realizó un estudio que muestra el efecto de considerar las resistencias reglamentarias del mortero estructural que van desde los 4 MPa para mortero tipo N, y hasta 12.5 MPa para mortero tipo M (desde 40 y hasta 125 kg/cm²) con la combinación de resistencias para piezas encontradas por Ruiz y Aguilar (2006), y así obtener las resistencias de los muros que se construyen en Chiapas y las consecuencias de tener resistencias muy bajas en las piezas.

En la tabla 1 se muestran los rangos de resistencias de tabiques y bloques avaladas por los reglamentos de construcción del Distrito Federal y los valores de resistencias encontrados por Ruiz y Aguilar (2006) para Tuxtla Gutiérrez; asimismo se consideran los tres tipos de morteros estructurales solicitados por los reglamentos de construcción. Con la combinación analítica de estos parámetros se obtienen resistencias del conjunto piezas y mortero, el cual técnicamente se denomina mampostería.

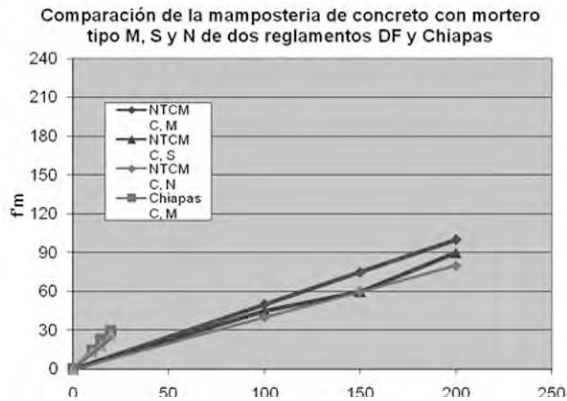
Tabla 1. Comparativa de resistencias de piezas, morteros y mampostería para el Distrito Federal y la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Resistencia a la compresión de piezas (fp), con base en área neta, (kg/cm ²) RCDF	Resistencia a la compresión de la mampostería (fm), con base en el área neta, (kg/cm ²)			Resistencia a la compresión de piezas (fp), con base en área neta, (kg/cm ²) encontradas en Tuxtla Gutiérrez	Resistencia a la compresión de la mampostería (fm), con base en el área neta, (kg/cm ²)		
	M	S	N		M	S	N
Tabiques				Tabiques			
500	160	130	110	50	48	39	33
400	140	110	90	40	42	33	27
300	120	90	70	30	36	27	21
200	80	70	50	20	24	21	15
150	60	60	40	15	18	18	12
100	40	40	30	10	12	12	9
0	0	0	0	0	0	0	0
Bloques				Bloques			
200	100	90	80	20	30	27	24
150	75	60	60	15	22.5	18	18
100	50	45	40	10	15	13.5	12

En la gráfica que corresponde a la figura 2 (a y b) se muestra la pobreza de los muros construidos en la mayoría de las regiones de Chiapas con piezas débiles, lo que permite prever que las construcciones presentarán un comportamiento más frágil del deseable (propenso a fallas súbitas) y que el proyecto arquitectónico demandará mayores longitudes de muros y/o espesores de éstos en ambas direcciones de análisis (longitudinal y transversal), lo cual generalmente no se hace, como puede verse en las plantas arquitectónicas que se muestran en la figura 11, y que representan plantas tipo de proyectos arquitectónicos que se construyeron en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en los últimos tres años.



a. Comparación de la mampostería de tabique de barro recocido con mortero tipo M, S y N de dos reglamentos de construcción, Chiapas y D.F.



b. Comparación de la mampostería de bloque de concreto con mortero tipo M, S y N de dos reglamentos de construcción, Chiapas y D.F.

Figura 2. Se muestra respectivamente la comparación de las resistencias de mampostería de piezas de tabique (a) y bloques (b) de acuerdo con RCDF y RCCH

En la figura 3 se muestran cuatro plantas bajas arquitectónicas de construcciones de distintos fraccionamientos desarrolladas por empresas constructoras locales, las cuales muestran que la longitud de los muros en la dirección x no es adecuada, ya que las NTCM-RCDF-

2004 castigan a los muros con longitud menor a 1.50 m, por lo cual su diseño requiere de elementos más resistentes (muros de concreto) y más número de detalles estructurales.

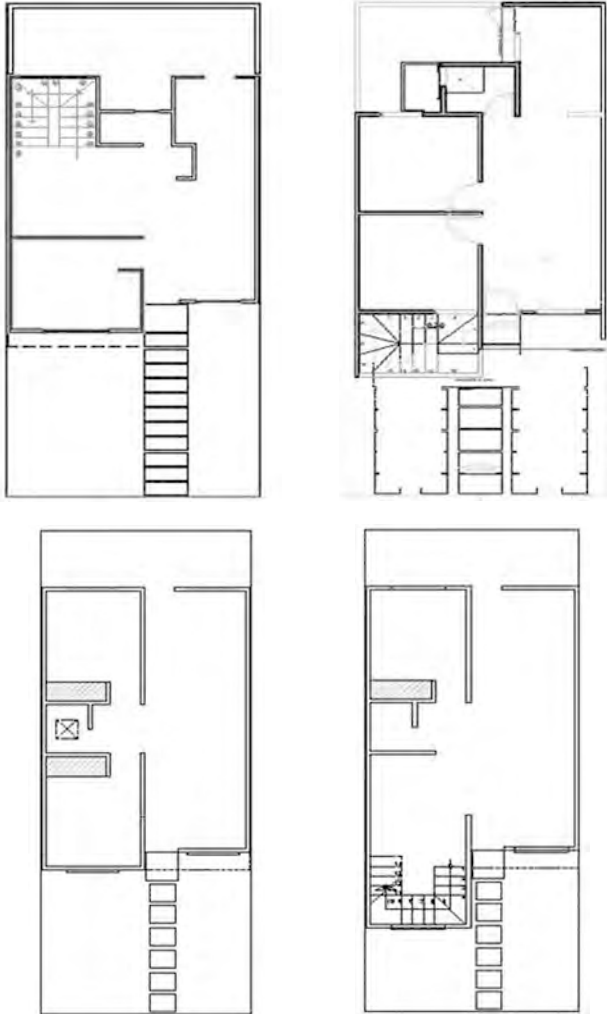


Figura 3. Se muestran cuatro plantas arquitectónicas de fraccionamientos de interés social y medio en la ciudad donde se observa cómo se agudiza el problema de la pobre resistencia de la mampostería con la escasa cantidad de muros en la dirección x de las viviendas.

En la figura 4 se muestran procesos patológicos que son muy comunes en la elaboración de los morteros y concretos en obra, error que tiende a repetirse en la mayor parte de las construcciones. Observamos morteros elaborados con una cantidad excesiva de agua, lo que disminuye la resistencia del producto e incrementa el agrietamiento y la contracción de la muestra, ya que al usar relaciones agua cemento muy altas, el agua se evaporará dejando vacíos que representan el camino por donde los esfuerzos dañarán al material. Estas patologías son bastante controlables y dependen, en gran medida, del nivel de supervisión que se presenta en la obra y la conciencia del supervisor de cuidar este proceso.



Figura 4a y b. Elaboración de mortero cemento arena con exceso de agua, lo que le provocará fisuraciones y pérdida de resistencia.

Cada vez es más frecuente que empresas nacionales desarrollen piezas de mampostería tecnificadas, las cuales son, por el momento, “costosas” para los usuarios de los procesos de autoconstrucción, sin embargo tienen la ventaja de garantizar resistencias y durabilidad, por lo que una alternativa que debería retomar el gobierno estatal, a través de obras públicas y vivienda, es la capacitación de los fabricantes regionales a fin de mejorar la calidad del producto y poder otorgar garantías de éstos. Los sistemas monolíticos de concreto son usados en el estado desde el año 2002 y en la actualidad un porcentaje importante de las construcciones de vivienda son de concreto (véase la figura 5).



Figura 5a y b. Elaboración de viviendas de dos niveles de concreto celular en un fraccionamiento del norte oriente de Tuxtla Gutiérrez.

Identificación de los sistemas constructivos empleados en Tuxtla Gutiérrez

Con la información que se obtuvo al levantar mil 500 encuestas seleccionadas al azar por inferencia estadística de las distintas viviendas que existen en la ciudad se encontró que en ella existe una gran gama de materiales con los que están construidas las viviendas, desde los materiales tradicionales hasta los más modernos. Durante la investigación, y al realizar las encuestas, encontramos en el entorno de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez la cantidad de 21 tipos de construcciones.

En la tabla 2 se presentan diferentes tipos de construcciones, así como la utilización de diferentes materiales para techos y muros. Para comenzar hablaremos un poco de las construcciones de adobe, ya que aún existen viviendas de adobe-teja, siendo estas las construcciones más antiguas, en esta categoría también se encuentran las viviendas de bajareque, las que juegan un papel importante en la fundación de las ciudades del estado de Chiapas.

Las construcciones de madera aun se presentan en lugares aledaños a la zona centro. El resto de la ciudad se compone de los materiales modernos como las estructuras compuestas de ladrillo de barro y losa maciza además de las de block de concreto y losa maciza. Las estructuras de concreto reforzado y acero estructural están tomando un auge en los últimos años debido a la poca disponibilidad de espacios de construir y estos materiales permiten elevar las construcciones. En la figura 6 se presenta un mapa conteniendo los diversos sistemas constructivos que se encontraron en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Tabla 2. Tipos de construcciones encontradas en Tuxtla Gutiérrez

Tipo de construcciones		
Adobe-Lámina de acero	Concreto-Losa maciza	Block-Lámina de acero
Adobe-Lámina de asbesto	Diversos materiales	Block-Lámina de asbesto
Adobe-Teja	Ladrillo-Lámina de acero	Block-Losa maciza
Bajareque-Lámina de acero	Ladrillo-Lámina de asbesto	Block-Teja
Bajareque-Lámina de asbesto	Ladrillo-Losa maciza	Madera-Lámina de acero
Bajareque-Losa maciza	Ladrillo-Madera	Madera-Teja
Bajareque-Teja	Ladrillo-Teja	Piedra-Lámina de acero

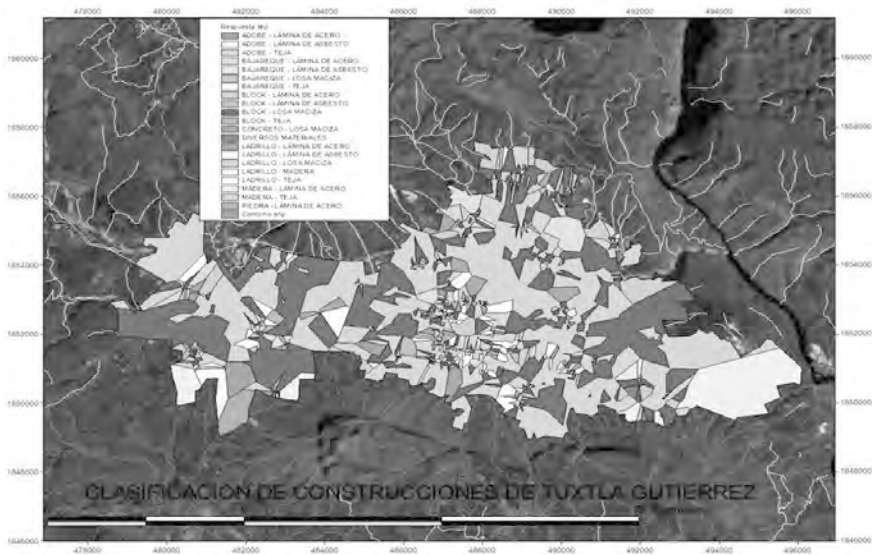


Figura 6. Clasificación de construcciones de Tuxtla Gutiérrez, según sistemas constructivos para cubiertas y para muros.

En el mapa de clasificación de construcciones (figura 6) encontramos que los sistemas constructivos del centro de la ciudad se han movido durante el paso de los años y que algunas de las construcciones de

materiales tales como el adobe aún existen como monumentos o viviendas que han quedado atrapadas por las modernas construcciones que se hacen en dicha zona de la ciudad. Muchas de las construcciones que existen actualmente con materiales como ladrillo-losa maciza y block-losa maciza se han construido por toda la zona urbana presentándose con una mayor repetición y extendiéndose hacia las orillas de la ciudad, ambos sistemas ocupan tres cuartas partes de la mancha urbana.

Por otra parte las viviendas como las de bajareque, tradicionales de este lugar, aún existen en la ciudad encontrándose en los barrios más antiguos de ésta, siendo una especie de reliquia. Muchas de estas construcciones se encuentran en mal estado por la falta de mantenimiento, estando más propensas a sufrir daño cuando se presente algún fenómeno como sismo. Observamos también que en las zonas de las orillas tenemos construcciones con mampostería confinada pero con otro tipo de cubierta, proliferando en zonas muy vulnerables y que son más dañadas por las ráfagas de viento que se presentan en tiempo de huracanes. Asimismo, no podemos dejar de mencionar las de madera, que son utilizadas en las últimas zonas de la ciudad o lugares donde apenas existen asentamientos humanos, mostrando una pobre resistencia y poca seguridad de vida para los habitantes.

Sin duda un lugar, al convertirse en una urbe, presenta cambios en sus sistemas constructivos. Lo anterior se debe a una dinámica de costo del terreno, modas constructivas y economía de mercado. En la figura 7 se muestra el mapa de la edades de las estructuras, en donde vemos que en la parte central existen construcciones mayores de 30 años de edad y las demás viviendas se desplazan por toda la mancha urbana con una antigüedad desde 15 hasta 20 años de edad, así también aquellas que han surgido en los últimos cinco y diez años, proliferando construcciones con materiales como ladrillo y block.

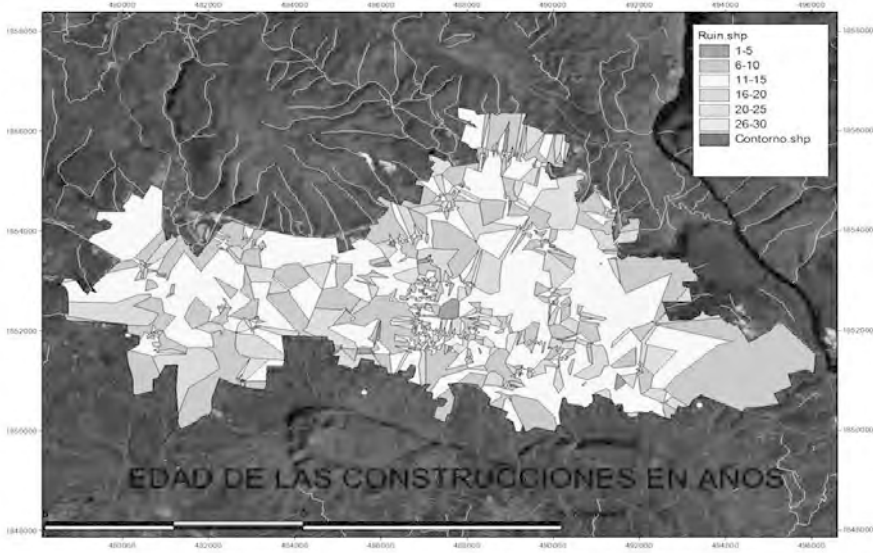


Figura 7. Clasificación de construcciones de Tuxtla Gutiérrez, según la edad en que se desarrollaron

La educación de la ingeniería sísmica y estructural en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez

El estudio de la ingeniería sísmica y la dinámica estructural parte del interés y la necesidad por conocer el comportamiento de las estructuras bajo condiciones que son totalmente accidentales, y en muchos casos impredecibles, pero que pueden ocurrir a lo largo de la vida de las construcciones, poniendo en riesgo su desempeño y seguridad estructural, por lo que el estudio de estas materias se asocia con la disminución de la vulnerabilidad de las construcciones, siempre y cuando, durante el proceso de diseño seamos congruentes con el tipo y nivel de peligro presente en una región.

De acuerdo con una revisión de los programas de ingeniería civil de todo el país, encontramos que existen un promedio de 100 instituciones que imparten esta carrera, y prácticamente en la totalidad de ellas se incluye una materia o temas específicos de ingeniería sísmica o dinámica estructural (Treviño, 2005). Este simple análisis nos permitiría

suponer que existe un “amplio” conocimiento sobre aspectos sísmicos básicos de manera general, homogénea y clara a lo largo del país, en el grupo de estudiantes de estos programas, pero en la realidad no es así.

En la mayoría de las universidades nacionales los cursos de ingeniería sísmica y dinámica estructural son considerados como de especialidad u optativos para estudiantes que eligen, dentro de la carrera de ingeniería civil, las áreas de estructuras o sísmica, y solo en algunos cuantos programas educativos mexicanos se tratan estos temas exclusivamente para edificaciones en la licenciatura de Arquitectura u otras como ingeniero arquitecto e ingeniero constructor.

Podemos darnos cuenta que tenemos, frente a quienes impartimos docencia en la materia, una gran responsabilidad, emanada de la necesidad de que los alumnos que cursan estas asignaturas aprendan y, por otro lado, que sean más los alumnos que las reciban y hagan suyos los conceptos básicos de estas materias, transfiriéndolos a la aplicación práctica, reduciendo la vulnerabilidad de las estructuras que les tocará calcular, supervisar y/o construir.

De manera específica podemos decir que:

- La información no les llega al grueso de los estudiantes (a los que estudian arquitectura e ingeniería civil y/o construcción en áreas que no son de estructuras), lo cual es grave, ya que muchos de ellos desarrollarán la mayoría de las construcciones que se ejecutan en el país, sin consideraciones sismoresistentes y omitiendo el comportamiento dinámico de las mismas.
- Los estudiantes que sí cursan asignaturas en el área, en la mayoría de los casos, muestran dificultades para la comprensión de los temas tratados en las materias señaladas, debido a la complejidad de los conceptos teóricos, deficiencia de los docentes y/o la falta de infraestructura para la realización de prácticas que simplifiquen el entendimiento de las mismas.

Después de leer lo anterior, sabemos con seguridad las dificultades e importancia que tienen estas materias en la formación de los estudiantes, pero como siempre el ingenio es una herramienta más grande que los retos que se presentan. Ahora bien, a continuación se presentan

algunas propuestas que nos invitan a continuar trabajando y las que representan alternativas viables y experiencias exitosas en distintos países.

Los colegios de profesionistas de la construcción

Las actividades gremiales han crecido en la medida de la conformación de colegios, agrupaciones regionales y sociedades técnicas, adicionales a las existentes en el año 1995, actualmente se suma El Colegio de Ingenieros Civiles Siglo XXI al tradicional colegio de Ingenieros Civiles Chiapanecos, que ha desarrollado un número importante de delegaciones municipales y regionales como la Istmo-Costa, la de Chiapa de Corzo, la de Comitán, la de San Cristóbal, entre otras. También se han conformado las delegaciones de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS), la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE) y la Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH)), quienes de una u otra forma reciben capacitación y educación continúa, la cual es cada día más competitiva y, en ocasiones, se equipara a los estándares nacionales, claro está, excluyendo a la ciudad de México.

Desde el sismo de Villaflores el gremio de la ingeniería ha logrado jugar un papel más responsable y acorde con los retos que tiene en pro de la calidad, al implementar figuras como Director Responsable de Obra (DRO), Responsable Técnico (corresponsables en aspectos de instalaciones, arquitectura y estructura, RTEC), y recientemente como el organismo que coordina la supervisión externa. No obstante que estas tres figuras (DRO, RTEC y Supervisora o Interventora) no han logrado hacer una diferencia ostensible en la calidad de la construcción, representan mejores condiciones para la gestión de la calidad del proyecto de manera integral a las preexistentes.

Los sistemas de supervisión y la calidad de la industria de la construcción

La industria de la construcción ha sido una de las más renuentes a ingresar de lleno en una cultura de la calidad. De las formas de control (costos, tiempo y calidad), la calidad siempre ha sido la menos consi-

derada en los análisis, en la conformación de un departamento que la controle y en los integrantes de un equipo que se encargue de ella.

Las justificaciones siempre han caminado en la dirección de la rotación del personal, la escolaridad de los empleados y operarios, la deslealtad de otras empresas al competir con costos que salen de los parámetros verosímiles y hasta la corrupción y dádivas que son usuales en el medio de la construcción, principalmente en la obra pública de gran envergadura. Sea cual sea la realidad, la calidad en la construcción siempre es la sacrificada.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), Colegios de profesionales (ingenieros, arquitectos, entre otros) y las sociedades técnicas: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE) y Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS) han buscado constituirse como un ente certificador y capacitador de la calidad. El proceso con diversas empresas ha sido lento, pero es un inicio, con avances más en la parte de procesos administrativos que en la calidad de la ejecución.

En muchas ocasiones las deficiencias en la calidad parten de la falta de un proyecto ejecutivo completo para iniciar la construcción, en la mayoría de los casos se carece de estudios técnicos y, en muchos otros, la ejecución es guiada por personal con escasa experiencia y capacidad técnica. Considerando estas premisas de inicio, que son recurrentes en muchas obras en el estado de Chiapas, sabemos que el proyecto tendrá falta de calidad o patologías que parten desde la génesis del proyecto, la calidad de los materiales, las deficiencias del personal, entre otras.

La calidad que se otorgue al proyecto y a la ejecución del mismo parte desde las vertientes que se analizan, conocidas como habilidades técnicas de los involucrados, pero sobre ellas la ética profesional tiene un papel predominante. Las universidades y asociaciones de profesionales tienen la oportunidad de cambiar la situación actual, dando a sus alumnos y agremiados capacitación en habilidades y aptitudes profesionales.

No obstante que el sistema de supervisión externo es uno de los elementos claves, pese a que actualmente se ha dejado en manos de los colegios de profesionistas, lo cual no tendría por qué ser malo, sin embargo la construcción se considera como la actividad rentable, y no así la elaboración del proyecto, estudios técnicos y la supervisión de los trabajos.

En este momento solo las empresas que no construyen obras pueden supervisarlas, pero ¿quiénes no construyen?: Las empresas que no tienen el capital suficiente para apalancarse financieramente en los inicios de la obra, o en cualquiera de sus partes para que ésta no sea interrumpida, o aquellas que no tienen las relaciones sociales o de poder suficientes para conseguir obra pública o privada. Entonces, ¿quiénes restan para supervisar?: Empresas muy pequeñas que generalmente emplean para supervisar a jóvenes ingenieros sin la experiencia para manejar la situación, o incluso sin los conocimientos suficientes, que adicionalmente no son los mejor remunerados, lo que implica relacionarse con situaciones propicias para la corrupción.

Hay propuestas como el sistema de supervisión chileno, el cual tiene fallas, pero con los recientes sismos se puede identificar que funciona; o el sistema californiano, el cual ha sido promovido por algunos miembros de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural y de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, el cual se puede leer en las memorias de los congresos que realizan anualmente estas sociedades técnicas.

Los reglamentos de construcción y normas técnicas

El primer *Reglamento de construcciones para el estado de Chiapas* fue presentado el 24 de marzo de 1971, compuesto por 271 artículos, y fue validado para ser empleado en ocho municipios. La selección de los municipios fue con base en su número de habitantes, más allá de similitudes de condiciones geológicas, suelos, constructivas o técnicas. Los municipios eran Tuxtla Gutiérrez, Tapachula de Córdova y Ordoñez, Comitán de Domínguez, San Cristóbal de Las Casas, Tonalá, Arriaga, Huixtla y Villaflores.

En 1997 se actualizó el *Reglamento de construcción de Tuxtla Gutiérrez*, tras el sismo de octubre de 1995. Este reglamento se ha modificado al menos en dos ocasiones, de acuerdo a decisiones de los presidentes del colegio de arquitectos o ingenieros de la ciudad, su última versión es la del año de 2005.

Actualmente en la Secretaría de Infraestructura del Estado de Chiapas existen 16 reglamentos de construcción aprobados y tres en proceso de

elaboración para los distintos municipios del estado, los cuales son muy similares y, en algunos casos, han sido complementados considerando las características geotécnicas de la cabecera municipal. A continuación se enuncian estos reglamentos y su última actualización en la tabla 1.

Tabla 1. Relación de reglamentos de construcción en el estado de Chiapa

Ciudad	Primer versión	Última actualización
Tuxtla Gutiérrez	1971	2005
Tapachula de Córdova y Ordoñez	1971	2005
Comitán de Domínguez	1971	2002
San Cristóbal de Las Casas	1971	2006
Villaflores	1971	2002
Arriaga	1971	2001
Tonalá	1971	2001
Huixtla	1971	No hay actualización
Suchiapa, Berriozábal, Las Rosas, Las Margaritas, Frontera Comalapa, Villa Corzo, Palestina, Motozintla y Ocosingo	2002	2002
Ostuacán, Ixhuatán y Jaltenango	En proceso	

Es importante recalcar que pese a que los reglamentos de construcciones y sus normas técnicas de construcción deben ser elaborados a nivel municipal, actualmente son estatales. El Distrito Federal cuenta con un reglamento moderno y actualizado, sin embargo, existen ciudades importantes que no cuentan siquiera con un reglamento municipal.

En la mayoría de las ciudades y en algunos estados se toma como base el reglamento y las Normas Técnicas Complementarias del Distrito Federal, lo cual no siempre es recomendable, debido a que los materiales del subsuelo, los procesos constructivos y las técnicas que se deben emplear en cada región son diferentes.

La mejor manera de hacer frente a los fenómenos sísmicos es que cada municipio y/o cada ciudad de los diferentes estados tengan sus propias normas técnicas de construcción sismoresistente, las cuales marquen los lineamientos para construir de forma segura, de acuerdo

con las condiciones locales del comportamiento de los suelos ante la actividad sísmica y con los materiales y procesos constructivos locales. Las normas técnicas no son una solución absoluta de seguridad, ya que una vez establecidas deben de ir acompañadas por:

- Difusión mediante cursos de capacitación para su mejor entendimiento y aplicación.
- Un sistema de supervisión, el cual debe de estar constituido por un grupo de supervisores externos certificados.
- Laboratorios de materiales especializados que realicen los estudios sobre la calidad de los materiales.
- El establecimiento de las normas técnicas de construcción debe ser proceso integral y tender a volverse virtuoso.

La falta de normativa técnica de diseño tiene varias líneas de influencia en una región: el impedimento no escrito, pero sí funcional, de la implementación e introducción de sistemas constructivos, la dificultad para el uso de los llamados nuevos materiales y, más allá de todo lo que podemos considerar como innovador, la imposibilidad de llevar un control normado por parte de las autoridades de los incumplimientos de una normativa que aún no estando escrita es de uso nacional y que pueda ocasionar perjuicios a terceros desvirtuando el trabajo de los ingenieros como profesionales. En pocas palabras: al no contar con normativa técnica de diseño, no podemos decir qué debemos hacer, y si no lo hacemos qué responsabilidad tendremos.

Esta desvinculación del hacer relacionado con la responsabilidad de cómo hacerlo para tener certeza, compromiso y respeto profesional, tiende a ser muy acentuada entre menor sea la presencia de normativa técnica de diseño amplia y aceptada en una región, como es el caso del estado de Chiapas, lo que como podemos imaginarnos agrava los efectos patológicos enumerados en las construcciones (González y otros, 2008).

El papel de las universidades, centros de investigación y asociaciones de profesionistas es el marco idóneo para el tratamiento de este problema tan complejo, que viene aparejado con la carencia de investigadores y recursos para desarrollar proyectos. Estos problemas coyunturales se agravan en zonas donde la marginación es tan grande.

¿Cuáles son los retos que hay en frente?

Se identificaron 21 tipos diferentes de construcciones que se pueden localizar en la ciudad actualmente, de este tipo de construcciones encontramos que existen algunos que se encuentran por la mayor parte de la mancha urbana, tales como las construcciones con mampostería confinada de ladrillo y block con un techo a base de losa maciza y que se han formado en la ciudad dándole una imagen diferente a la de unos 50 años atrás, dichas construcciones representan el 72.95% de los 80 km² que se estima que ocupa la mancha urbana de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, es decir, casi las tres cuartas partes.

Por otro lado se observó que aún existen construcciones a base de materiales muy débiles y con alto grado de vulnerabilidad para los que las habitan, además de los daños que puedan sufrir durante fenómenos naturales como sismos, huracanes y ráfagas de vientos. En lo que se refiere al centro de Tuxtla Gutiérrez encontramos que aún existen construcciones muy antiguas y que algunas han sido remodeladas o les han dado un buen mantenimiento funcionando hasta hoy en día, sin embargo muchas de ellas han sido derribadas y sustituidas por modernas construcciones de concreto armado mayores a tres niveles a causa del poco espacio que existe en la ciudad.

Para los materiales que se estudiaron, se puede decir que ante el comportamiento que ofrecen ante sismo algunos de éstos son muy vulnerables, como el adobe o el bajareque, que cuando son expuestos a sismos éstos no se comportan adecuadamente, ocasionando que se despeguen las esquinas de los muros o que se presenten fracturas. Para la mampostería confinada se requiere un análisis antes de edificar, o un estudio del lugar y del tipo de suelo, y así definir qué tipo de material es idóneo para la construcción, que las viviendas tengan una correcta supervisión y una calidad adecuada de materiales.

La experiencia empírica no necesariamente da respuestas correctas a los procedimientos constructivos. Los técnicos y tecnólogos tienen la obligación de mostrar al medio y a la sociedad en general la importancia del desarrollo y adaptación de los procesos científicos a las estructuras de mampostería para vivienda y así garantizar un tiempo de vida óptimo.

Bibliografía

González, R. y J. Aguilar, 2004, “Patología estructural en viviendas de interés social de mampostería debida a paradigmas constructivos en el estado de Chiapas”, Memoria en extenso del *XIV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Acapulco, Guerrero, 29 al 31 de octubre y 1 de noviembre de 2004.

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”, Memoria en extenso del *XVII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Puebla, Puebla, 11 al 14 de noviembre de 2009.

González, R., Alegría, J. N., Borraz, M. A., Aguilar, J. A., Ruiz J. A., Vera, P. y García C. M., 2010, “Empleo de blocks elaborados con residuos de construcción en Chiapas”, Memoria en extenso del *XVII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, León, Guanajuato, 3 al 6 de noviembre de 2010.

Niño, W., Aguilar, C., Narcía, C. y González R., 2007, “Diseño de una Red Local Acelerométrico para el Registro de Temblores Fuertes en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas”, Memoria en extenso del *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero, noviembre de 2007.

Gobierno del Distrito Federal, 2004, “Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Mampostería del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal”, las cuales son retomadas por el *Reglamento de construcciones de Tuxtla Gutiérrez 2004*.

Ruiz, J. A. y J. A. Aguilar. 2006, "Caracterización geométrica y mecánica de piezas de ladrillo de barro rojo recocido de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", *Memorias del XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Puerto Vallarta, Jalisco, 1 al 4 de noviembre de 2006.