

7. Evaluación de daños en edificios públicos

BLANCA ALICIA FLORES GONZÁLEZ*
MIGUEL ANGEL HUERAMO ESCUTIA**
CESAR MARÍN SANDOVAL***

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.266.07>

Resumen

Se presentan los resultados de las evaluaciones estructurales postsísmicas, en edificios públicos administrativos empleados por las autoridades locales y municipales, que se ubican en las comunidades de la Sierra Costa de Michoacán en los municipios de Aquila y Coalcomán y que sufrieron algún daño estructural debido al sismo del 19 de septiembre de 2022. Además, se incluyen algunas estructuras ubicadas en el municipio de Pátzcuaro. Las autoridades locales consideraron prioritarias la realización de dichas evaluaciones para poder sesionar de una forma segura y tomar decisiones en cuanto al programa de Protección Civil que debiera aplicarse.

Palabras clave: *sismo septiembre 2022, daños estructurales, edificios públicos administrativos.*

* Maestra en Ingeniería. Estudiante de posgrado en Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7488-6145> ; correo: 2132181x@umich.mx

** Ingeniero civil. Estudiante de Maestría en Estructuras, posgrado en Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7780-8372>

*** Maestro en Ingeniería (Estructuras). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1737-7253>

Introducción

El día 19 de septiembre de 2022 ocurrió un evento sísmico de magnitud 7.6, con epicentro frente a las costas de Michoacán, según el reporte del Servicio Sismológico Nacional (SSN, 2022). Este evento dejó una gran cantidad de estructuras con diversos tipos de daño, principalmente en las cabeceras municipales de Aquila: Coalcomán, Apatzingán, Chinicuila y Coahuayana, pero también en zonas alejadas de las cabeceras municipales. Entre las estructuras dañadas se encuentran escuelas, hospitales, casas habitación, centros de culto religioso y edificios públicos. Para garantizar la ocupación y servicio de todas ellas, fue necesario realizar una inspección en campo denominada, *inspección rápida*, la cual permitió definir el grado del daño que presentaron las estructuras y por tanto si es posible su ocupación inmediata o no.

Una vez realizada la visita a algunos de los sitios en los que se ubican dichas estructuras, se realizó un análisis estadístico de los daños más relevantes, con el fin de proponer técnicas de reparación o refuerzo estructural afines a las técnicas de construcción de la zona. La visita al sitio del desastre se realizó con el apoyo de brigadas formadas por estudiantes de licenciatura de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH, lideradas por algunos profesores y alumnos de la Maestría en Estructuras de la misma. Durante el recorrido se observó que las autoridades locales de los municipios y de las comunidades afectadas estaban preocupadas por la condición estructural de los edificios en los que se reunían para tomar acuerdos políticos urgentes en cuanto al Programa de Protección Civil, por lo que solicitaron ayuda para que dichos edificios fueran evaluados y que se estableciera el nivel de daño (si es que existió), para que dichos edificios pudieran volver a usarse urgentemente. En ese sentido, las brigadas de inspección visual acudieron a levantar un dictamen preliminar de la situación de los edificios que aquí se denominan como *edificios públicos*.

Algunas características físicas relevantes para realizar el dictamen estructural son, entre otras: el número de pisos, el sistema estructural, los

materiales de que está hecha la estructura y su ubicación. En la tabla 7.1, se resumen las estructuras evaluadas y sus características.

Tabla 7.1 Ubicación de edificios públicos evaluados y sus características.

<i>Municipio</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Edificio</i>	<i>Sistema estructural y material</i>	<i>No. de pisos</i>
Aquila	Aquila	Ayudantía	Marcos de concreto	2
	Cachan de Santa Cruz	Encargatura	Marcos de concreto	1
	Coire	Encargatura	Muros de carga de mampostería	1
		Casa comunal	Muros de carga de mampostería	1
	Pomaro	Encargatura	Muros de carga de adobe	1
		Tenencia	Marcos de concreto	1
	Tizupan	Encargatura	Marcos de concreto	1
Coalcomán	Coalcomán	Administración de rentas	Muros de carga de mampostería	2
		Centro de rehabilitación	Muros de carga de mampostería	2
		DIF Municipal	Muros de carga de mampostería	2
		Juzgado Mixto	Muros de carga de mampostería	2
		Mercado	Losa plana	2
Pátzcuaro	Pátzcuaro	Edificio CEBA	Muros de carga de adobe	1

Fuente: elaboración propia.

Ayudantía de Aquila

En el edificio del ayuntamiento de Aquila, Michoacán, se observaron desprendimientos de elementos arquitectónicos en la fachada principal, caída de plafones y rotura de vidrios, los daños se debieron a un mal proceso constructivo y a la falta de un detallado adecuado sobre la manera de conectar los elementos no estructurales; por otro lado, no se presentaron daños en elementos estructurales que pudieran poner en riesgo la estabilidad estructural (figura 7.1).

Figura 7.1. Fachada principal y daños no estructurales en el edificio de la ayudantía de Aquila



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Encargatura de Cachan de Santa Cruz

La comunidad rural de Cachan, Santa Cruz, pertenece al municipio de Aquila, en este lugar hay una construcción rural de lámina con techo apoyado en armaduras de madera, una estructura característica de la autoconstrucción, lo cual hace de este lugar altamente vulnerable a eventos sísmicos. Se presentaron caídas de algunos elementos de techumbre, así como el desplome de polines de madera y fenómeno de columna corta en elementos de concreto debido a la interacción de las mochetas de mampostería que impidieron el libre movimiento de la columna (figura 7.2).

Figura 7.2. Encargatura de Cachan de Santa Cruz



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Encargatura de el Coire

La localidad el Coire se encuentra en el municipio de Aquila, tiene aproximadamente 550 habitantes. El sitio de reunión de las autoridades locales es la encargatura, en dicha estructura se presentó agrietamiento en muros, traveses y la losa de entrepiso. En muros se debió a tensión diagonal y la grieta en traveses se extendía a lo largo de la losa (figura 7.3). El nivel de daño identificable es moderado y reparable de mediana urgencia. Se solicitó a los usuarios apuntalar los elementos dañados y reparar lo antes posible.

Figura 7.3. Daños observados en la encargatura ubicada en El Coire



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Casa comunal de Pomaro

Esta estructura se encuentra en la comunidad de Pomaro que se ubica en la parte norponiente de la cabecera municipal de Aquila. El edificio presentó agrietamiento y desplome en muros, como se observa en la figura 7.4, claramente se debió a una falla por cortante ya que no se cuenta con elementos que confinaran los muros. El desplome del muro se origina en la falta de sujeción con la cubierta: los muros perpendiculares y la falta de castillos que anclaran a la dala de cimentación. Se solicitó a los usuarios a no utilizar las instalaciones hasta que sean reparadas, mientras tanto debieron ser apuntaladas para evitar el colapso debido a la cantidad de réplicas del movimiento.

Figura 7.4. Daños observados en la Casa Comunal de Pomaro.



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Encargatura de Pomaro

En la misma comunidad de Pomaro, se encuentra la instalación utilizada por la encargatura municipal, que es una construcción altamente vulnerable, de tipo rural y desarrollada como autoconstrucción. En la instalación se presentó desprendimiento del recubrimiento de los muros y grietas por tensión diagonal, se observa la ausencia de elementos confinantes en huecos como ventanas y puertas, además en las esquinas y cruces de muros (figura 7.5).

Figura 7.5. Daños observados en la encargatura de Pomaro



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Administración de rentas de Coalcomán

Otro de los municipios con grandes afectaciones debido al sismo del 19 de septiembre, fue Coalcomán. En el edificio de administración de rentas se presentaron grietas por cortante en los muros debido a la falta de confinamiento (figura 7.6).

Figura 7.6. Daños observados en Administración de rentas de Coalcomán



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Centro de rehabilitación de Coalcomán

El centro de rehabilitación de Coalcomán se ubica en la calle Benito Juárez 237, en el centro de Coalcomán. Debido al sismo, se presentaron grietas por cortante en los muros, nuevamente, causadas por la falta de confinamiento (figura 7.7).

Figura 7.7. Daños observados en Centro de Rehabilitación de Coalcomán

Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.



DIF municipal de Coalcomán

Las instalaciones del sistema nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, DIF, se encuentra ubicado en la calle Miguel Hidalgo 102, zona centro. Como resultado de la inspección estructural, se concluyó que no se presentaron daños, únicamente se desprendieron algunos elementos no estructurales como acabados y el falso plafón, mas no en los estructurales (figura 7.8).

Figura 7.8. Daños observados en DIF municipal de Coalcomán



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Juzgado mixto de Coalcomán

En la estructura de juzgado mixto que se ubica en la calle Ignacio Zaragoza 171, zona centro, se pudieron observar algunos daños menores en los muros de mampostería, como grietas por cortante en ambos sentidos, además de grietas verticales. No se pudo observar el ancho de estas en los muros, pues al visitarla ya se habían reparado los muros, como se observa en la figura 9.9. En una de las traveses se presentaron grietas por flexión que deben ser reparadas, pero para poder emplear el edificio, se sugirió que se apuntalara para evitar que el daño se incrementara (figura 7.9).

Figura 7.9. Daños observados en Juzgado Mixto de Coalcoman



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Mercado municipal de Coalcomán

El mercado municipal ubicado en calle I. Zaragoza 73, zona centro, debiera ser considerado por su diseño, como una estructura del grupo A, aun cuando los códigos actuales no lo consideran así, la razón es que, en este tipo de comunidades con alto grado de marginación, los mercados municipales son el principal centro de reunión de los habitantes de la comunidad, además, pueden servir como centro de refugio después de un temblor destructivo para dar alojamiento a las personas que queden sin casa. Los daños que se presentaron después del sismo fueron, principalmente, en los elementos no estructurales, como desprendimiento de plafones y colapso de los pretilos (figura 7.10), cuya caída los convierte en proyectiles que pueden afectar a las personas que intentan desalojar apresuradamente el mercado durante el sismo.

Figura 7.10. Daños observados en el Mercado de Coalcomán



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Edificio Ceba, Pátzcuaro

En la estructura denominada **CEBA**, ubicada en Portal F. J. Mina 156, zona centro, en el municipio de Pátzcuaro, los daños se presentaron en los muros de carga, debido a que la estructura es producto de la autoconstrucción. Se observan grietas por aplastamiento en el apoyo de las vigas de madera sobre el muro de mampostería (figura 7.11). Algunos muros también presentaron grietas verticales, como se aprecia en la misma figura.

Figura 7.11. *Daños observados en edificio CEBA en Pátzcuaro*



Fuente: brigadas de inspección visual, UMSNH.

Conclusiones

Se realizó una inspección para evaluar los daños ocasionados por el sismo de septiembre de 2022 en Michoacán, en los lugares que tuvieron más daños estructurales. A petición de las autoridades locales se evaluó la seguridad estructural de forma visual de algunos de los edificios públicos administrativos. En general, los daños observados no son considerados como graves, ya que no ponen en riesgo la estabilidad estructural, sin embargo, en algunas estructuras, se recomendó el apuntalamiento antes de poder ingresar al edificio, para hacer las reparaciones necesarias. En las zonas rurales, se pre-

sentó mayor daño en los muros de mampostería, debido a que muchas de ellas fueron realizadas con técnicas no ingenieriles y no existía confinamiento adecuado en los muros, ni elementos de sujeción para impedir el desplome de los muros fuera de su plano. Las fallas más comunes que se presentaron fueron grietas por cortante (tensión diagonal) en los muros. En general se considera que el daño estructural, en los edificios públicos revisados, fue mínimo y el porcentaje de edificios públicos con daños severos es casi nulo, a pesar de la considerable magnitud (7.7 Mw) y de la cercanía de las construcciones al epicentro.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Hugo Hernández Barrios y al Dr. Manuel Jara Díaz por permitirnos participar como líderes de algunas brigadas de evaluación estructural, así como a los estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por su gran apoyo en las evaluaciones. De igual manera, agradecemos a las autoridades de los distintos municipios por las facilidades que nos brindaron y al director de la Facultad de Ingeniería Civil, el Dr. Ramiro Silva Orozco.

Con este trabajo se contribuye con el cumplimiento de los objetivos relacionados con las actividades de retribución social indicados por CONACYT, en el programa de becas nacionales 2022, al que pertenecen los autores del capítulo.

Referencias

Servicio Sismológico Nacional (SSN). (2022). *Sismo del 19 de septiembre de 2022, Michoacán (M 7.7)* (Reporte especial). SSN. http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2022/SSNMX_rep_esp_20220919_Michoacan_M74.pdf

