

# Hacia una **cultura de prevención** ante los sismos

Los fenómenos naturales están presentes en nuestro país. Asumir el riesgo que conllevan nos permitirá construir una sociedad preventiva, pues el conocimiento sobre los fenómenos, la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social nos ayudará a contar con herramientas –como simulacros y mochilas de emergencia– para estar preparados ante lo que podemos esperar en un evento real.



### Prevenir es vivir

**E**n septiembre de 2017 México fue puesto a prueba. Tuvimos la presencia de los huracanes Harvey, Katia y Max, que tocaron la Península de Yucatán, Veracruz, y Guerrero y Oaxaca, respectivamente. Asimismo, las tormentas tropicales Pilar y Lidia afectaron a Colima y Sinaloa, la primera, y Baja California, la segunda. Además, los sismos del 7 y el 19 de septiembre impactaron los estados de Chiapas, Oaxaca, Morelos, Puebla y la Ciudad de México.

Aunque esta actividad hidrometeorológica y sísmica pareciera inusual, se encuentra dentro de los parámetros “normales” esperados. En 2017 en el océano Atlántico se registraron 18 ciclones tropicales y nuestro país fue afectado por los huracanes Franklin (categoría 1), Katia (cat. 2) y Nate (cat. 1); en el Pacífico se presentaron 20 ciclones tropicales, de los cuales las tormentas tropicales Beatriz, Lidia y Pilar y el huracán Max (cat. 1) afectaron a México. En cuanto a la actividad sísmica, en 2016 el Servicio Sismológico Nacional (SSN) registró 15 460 sismos, con sólo uno de magnitud 6.5 y alejado de la costa de Jalisco. Podemos decir que el nuestro es un país hidrometeorológica y sísmicamente activo.

Aunque la ciencia ha avanzado mucho, en el caso de los fenómenos hidrometeorológicos los modelados en grandes computadoras nos sugieren las posibles trayectorias, con uno o dos días de anticipación; pero todavía no es posible, en ningún país del mundo, predecir los sismos; es decir, establecer su magnitud, localización y fecha exacta de ocurrencia.





¿Podremos algún día predecir estos fenómenos? La respuesta es sí, pero necesitamos tener un mayor número de mediciones que, para los fenómenos hidrometeorológicos, permitan tener mejores modelos computacionales, y para los sismos es necesario medir la deformación del material en las zonas sísmogénicas, a profundidades de más de 30 km. En ambos casos se trata de un reto tecnológico.

Si estos eventos se presentan en medio de vastos océanos o lejos de asentamientos humanos, no provocarían mayor amenaza. Pero cuando los fenómenos actúan sobre la población, sus bienes e infraestructura, representan un riesgo si las condiciones para soportar sus efectos no son adecuadas. Es entonces importante conocer los fenómenos de origen natural y sus efectos, para diseñar infraestructura capaz de resistir sus embates y minimizar el riesgo de desastre.

**El reto de la Ciudad de México**

Desde su fundación, la Ciudad de México estableció retos que nos alcanzan hasta nuestros días. A una altura de más de 2 200 m sobre el nivel medio del mar, respiramos 20% menos oxígeno que a nivel del mar. Además, en una cuenca ro-

deada por sierras altas, se evita la circulación de vientos que arrastren la contaminación atmosférica generada, lo que agrava la calidad del aire que respiramos.

Asimismo, otro fluido vital es el agua, pero –irónicamente– de ser un lugar en el que abundaba por el gran lago de Texcoco, ahora cada día cuesta más trabajo obtenerla, ya sea al extraerla del subsuelo mediante pozos o bombeándola del sistema Cutzamala, a una elevación de 1 100 metros más abajo que la altura de la Ciudad de México. Pensemos en subir 1 km cargando un garrafón de agua de 20 litros (20 kg), y nos daremos cuenta del trabajo que se realiza para elevar hasta 19 m<sup>3</sup>/s (19 toneladas de agua).

La fundación de la Ciudad de México, hoy con una zona conurbada de más de 21 millones de habitantes, significó la transformación del gran lago de Texcoco (véase la Figura 1) y obligó a poblar el lecho blando y las orillas de este cuerpo de agua. Entonces se establecieron las condiciones de vulnerabilidad que hoy vivimos: suelos blandos que se hunden y fracturan por la extracción de agua y un terreno que

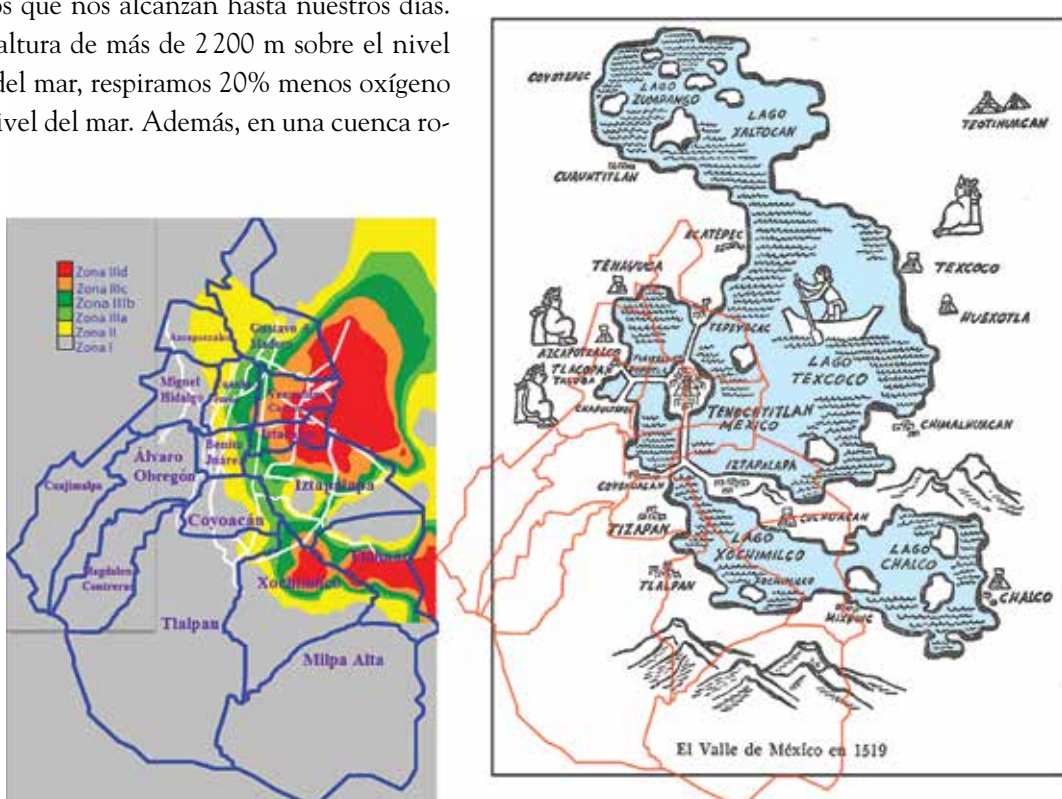


Figura 1. El gran lago de Texcoco, sobrepuesto sobre la división política de la Ciudad de México, así como el mapa de zonificación sísmica.

amplifica –como si fuera una gelatina– el paso de las ondas sísmicas.

Por eso es muy importante conocer en qué zona sísmica de la ciudad estamos (véase la Figura 1). La Zona Sísmica I es considerada como terreno duro, cuyo comportamiento amplifica poco el paso de las ondas sísmicas y también provoca corta duración del movimiento; se encuentra al poniente y sur de la Ciudad de México. La Zona Sísmica II corresponde a lo que sería la orilla del lago, y es conocida como la zona de transición entre el lago y el terreno duro. La Zona Sísmica III, conocida como zona de lago, está subdividida en IIIa, IIIb, IIIc y IIId, que corresponden a zonas de menor a mayor amplificación y duración sísmica, respectivamente. Así, la Zona IIId está localizada en donde el extinto lago tendría capas de sedimento más gruesas, que provocan mayor amplificación y duración de las ondas sísmicas, comparadas con el efecto en la Zona I dura. Algunos registros sísmicos muestran amplificación de hasta 40 veces en la Zona IIId, comparada con la Zona I.

¿Cómo podemos saber en qué zona sísmica estamos? Una manera es mediante los mapas de zonificación o el Atlas Nacional de Riesgos <[www.atlalnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlalnacionalderiesgos.gob.mx)>. Pero también podemos considerar el comportamiento del terreno; esto es, si cuando pasa un camión pesado, del gas o de materiales, la casa o el edificio se mueve como si hubiera un sismo, o bien si al observar la calle ésta parece ondulada y no horizontal, los edificios se perciben un poco inclinados o chuecos, estamos en una Zona III. Por ejemplo, si nos encontramos sobre la avenida Insurgentes frente a la Rectoría de la UNAM –en la Zona I– y pasa un camión pesado o el Metrobús, sentiremos el empuje del viento, pero no una vibración del terreno; en cambio, parados sobre el Eje Central Lázaro Cárdenas frente al Palacio de Bellas Artes, cuando pase el trolebús sentiremos una vibración fuerte del suelo, ya que estamos en una Zona IIIb.

Así como conocemos nuestro código postal, deberíamos conocer la zona sísmica en la que vivimos o trabajamos; por ejemplo, calle de Orizaba, colonia Roma Norte, Zona Sísmica IIIb (véase la Figura 2), ya que el tipo de movimiento del suelo será



**Figura 2.** Propuesta para la identificación de la zona sísmica en que vivimos, lo cual nos ayudaría a recordar siempre esta información.

muy diferente según el lugar en el que estemos. El conocimiento de la zona sísmica en la que vivimos o nos desplazamos nos permitirá evaluar el riesgo al que podríamos estar expuestos ante un fenómeno sísmico. Esto influirá en cambiar nuestra visión de carácter reactivo a preventivo.

### **Vulnerabilidad física**

Igualmente es importante conocer cómo están construidas nuestras casas, edificios e infraestructura en general. Los códigos o reglamentos de construcción contienen las normas que definen el mínimo de seguridad y calidad para cualquier estructura artificial. Estos reglamentos se modifican con el tiempo; se incorporan nuevos materiales, técnicas y diseños constructivos, etc. Por esta razón también es muy importante conocer cuándo fueron realizadas las obras, ya que esta información nos dará un grado de seguridad sobre las mismas. Por ejemplo, el reglamento que surge después de los sismos de 1985 considera la zonificación sísmica de la Ciudad de México, así como la separación que deben guardar las casas o edificios entre ellos para evitar que se “golpeen” y dañen en un evento sísmico importante.



Pensemos en que realizamos un viaje de la Ciudad de México a Acapulco en un auto último modelo o en uno que es de hace 40 años: ¿en cuál vehículo nos sentiríamos más seguros? Al igual que con los autos, en las casas, el paso del tiempo tiene un efecto de deterioro. Por lo general consideramos que sólo con pintar los inmuebles es suficiente para que estén en buenas condiciones; pero el tiempo, más los efectos de la temperatura y el ambiente, o bien el paso de vehículos que produce microvibraciones, eventualmente deterioran los materiales, la cimentación, las tuberías, el cableado eléctrico, etc., y entonces las viviendas ya no tienen la misma capacidad de resistencia con la que fueron construidas. Inclusive, dejar una pared sin repellar, esto es, con los ladrillos expuestos –como es común en las paredes que se comparten hacia el exterior, con los vecinos–, tendrá más efectos con el paso del tiempo, la humedad por lluvias, los cambios de temperatura, etc., pues harán que esa pared sea menos resistente en comparación con una previamente repellada y pintada.

Las edificaciones construidas en los años cincuenta no cumplirían el reglamento actual. Pero como la ley no es retroactiva, las normas vigentes no pueden ser aplicadas a las construcciones con fechas anteriores. Lo que sí es recomendable es conocer cómo mejorarlas, para que éstas puedan soportar sismos importantes. La mayoría de las veces el costo de reforzamiento no es muy alto si lo comparamos con el costo del daño o colapso por un sismo. En la Figura 3 se muestra un ejemplo del fortalecimiento de columnas y traveses de un edificio antiguo para aumentar su capacidad ante los sismos.

Asimismo, pocas veces revisamos las instalaciones eléctricas y de gas, a menos que presenten desperfectos. En 1985 eran relativamente escasas las instalaciones de gas estacionario con grandes tanques de almacenamiento, pero hoy son lo más común. Estos grandes tanques colocados en las azoteas pocas veces están atornillados al techo, pues muchos suponen que el peso del tanque y del gas es suficiente para mantenerlos en su sitio. Sin embargo, el movimiento de grandes sismos los puede desplazar; además del peligro que representan las tuberías de

acero que se fracturan con facilidad por su misma rigidez. Por ello es importante asegurar estos tanques al piso; si no es posible atornillarlos, se pueden colocar cintas metálicas alrededor que los sujeten y eviten que en caso de un sismo se muevan, rueden y caigan de la azotea.

Por otra parte, estamos acostumbrados a contratar seguros para nuestros autos, pero no para nuestras viviendas, aun cuando el valor de reposición de un inmueble es mucho mayor que el de un vehículo. Existen seguros integrales que consideran daños por sismos, inundaciones, erupciones volcánicas, etc., a un costo moderado. Por ejemplo, para un departamento de 130 m<sup>2</sup>, en el piso 16 de un edificio construido en 1979 y localizado en una Zona Sísmica I, hasta el año pasado, este tipo de seguro costaba \$450 pesos mensuales; ahora cuesta \$750 pesos al mes. Aún así, es más barato que un seguro para un vehículo de reciente modelo, que por lo menos cuesta \$1 000 pesos mensuales. Con los seguros para autos, en una pérdida total difícilmente reponemos el mismo vehículo; lo mismo sucede con la vivienda, pero al menos no perdemos todo.

### ■ Vulnerabilidad social

■ Desde 1985, en la Ciudad de México cada año realizamos un simulacro el 19 de septiembre; algunos lo tomamos en serio y otros no. Los jóvenes menores



**Figura 3.** Fortalecimiento de columnas y traveses de un edificio antiguo, mediante el uso de ángulos y soleras de acero, para mejorar la capacidad de resistencia ante sismos.

de 32 años el pasado 7 y 19 de septiembre nunca habían sentido unos sismos con esas características; es probable que para ellos llevar a cabo simulacros y hablar de los sismos de 1985 no tenía la relevancia que ahora ven.

Los simulacros salvan vidas, pues son una serie de acciones que llevamos a cabo para prepararnos ante un evento como una inundación, incendio, tornado, huracán, sismo, etc. Estas acciones nos preparan ante lo que podemos esperar en el caso real. La repetición de los simulacros y hacerlos cada vez más complejos nos da seguridad y confianza, nos ayuda a mejorar nuestra actuación.

Como ya lo vivimos en el pasado, nuestra reacción y el impacto psicológico y social de un sismo son diferentes si éste ocurre a media noche o en el día, en fin de semana o día laboral, con lluvia, con frío, etc. El sismo del 7 de septiembre nos encontró a la mayoría en nuestras casas, con nuestra familia y también ya dormidos; en cambio, el del 19 de septiembre ocurrió en horas laborales, con nuestros colegas y lejos de nuestras familias. Tanto los simulacros como un plan familiar de acción ante un sismo deben considerar un caso como el del 19 de septiembre y establecer un punto de reunión de las familias si están fuera de casa.

El plan de acción es una decisión en familia. Por ejemplo, si hay niños es recomendable que el punto de reunión sea su escuela, y debemos considerar el tiempo para desplazarnos a esos sitios y contemplar que iremos a pie, ya que el tránsito de la ciudad puede estar colapsado. Si tenemos adultos mayores con capacidades diferentes, lo adecuado puede ser reunirse en la casa con ellos, de nuevo, considerando los tiempos de arribo. Asimismo, en el plan familiar debemos discutir la forma de comunicarnos. Resulta claro que en la actualidad el teléfono celular es el medio de comunicación preferido, pero es también el más vulnerable ante un sismo importante, por la caída de torres de telecomunicación, falta de energía eléctrica o saturación por los usuarios durante la emergencia. Una opción podría ser enviar un mensaje de texto breve, que diga que estamos bien o que necesitamos ayuda, en dónde estamos y dónde es el punto de reunión. En ocasiones también se

puede buscar un enlace con algún conocido que se encuentre fuera de la ciudad y tenga otras vías de comunicación.

### ■ ¿Qué debemos hacer en un simulacro?

■ Lo primero es evaluar el sitio seguro en el que debemos resguardarnos o replegarnos y al que hay que evacuar o dirigirnos. La decisión entre replegarnos o evacuar debe estar basada en la capacidad que tengamos de desalojar un inmueble en un tiempo corto (véase el Recuadro 1). Debemos hacer simulacros que contemplen la evacuación del inmueble y darnos cuenta del tiempo que requerimos para salir a una zona segura. El tiempo de recorrido debe considerar escaleras, puertas cerradas, falta de luz por pérdida de energía eléctrica, más gente que está evacuando, etcétera.

Si el resultado de ese tiempo de recorrido es mayor a 50 segundos, hay que buscar un sitio de

#### Recuadro 1. Tiempo de alerta ante un sismo

**E**l Sistema de Alerta Sísmica (SAS) fue diseñado hace más de 20 años para detectar la ocurrencia de sismos importantes en la costa de Guerrero, entre Acapulco y Petatlán, en la Costa Grande (zona conocida como la Brecha Sísmica de Guerrero). El SAS detecta el sismo en el sitio de ocurrencia, procesa la información rápidamente y, si establece que será un sismo mayor de 5.5 de magnitud, entonces emite una alerta. Las ondas sísmicas importantes –que son las superficiales y viajan entre 3 y 3.5 km/s– tardarán cerca de 100 segundos en recorrer los 300 km entre la costa y la Ciudad de México, a esto se le resta el tiempo usado para detectar el sismo, determinar la magnitud y transmitir la alerta, que puede ser de hasta 50 segundos; por lo tanto, el tiempo final de aviso puede ser de 50 segundos. Si el sismo se encuentra más cerca, el tiempo de detección, cálculo de magnitud y transmisión de alerta se mantiene constante, pero el tiempo de viaje de las ondas sísmicas será menor, por lo que se reduce el tiempo de alertamiento.

Por eso, la alerta del sismo del 7 de septiembre llegó hasta con 80 segundos de anticipación a la Ciudad de México; pero el del 19 de septiembre, mucho más cercano, no permitió un tiempo de alerta anticipada para la zona sur, y sólo unos pocos segundos de anticipación para el norte de la ciudad.



repliegue en lugar de evacuar el inmueble. Este sitio es estructuralmente más seguro; en términos generales, donde haya más columnas o en donde la estructura sea más fuerte. No hay una regla general para determinar este sitio, pues en algunos casos será un muro estructural o una columna, la zona de elevadores, las escaleras de servicio, etc. La Figura 4 muestra un plano estructural de un edificio en el que se pueden observar las columnas marcadas como pequeños rectángulos negros; donde se observa un mayor número de columnas es en la zona de elevadores y de escaleras, por lo que puede considerarse de mayor seguridad estructural.

Los lugares donde no hay que colocarse son cerca de ventanas, junto a muros de tipo tablarroca, de-



**Figura 4.** El plano estructural de un edificio muestra la ubicación de las columnas (rectángulos negros-azules); se observa que la zona con mayor concentración de columnas es donde se ubican las escaleras y los elevadores.

bajo de marcos de puertas que no tengan una trabe encima ni junto a muebles pesados, como libreros o trinchadores. En exteriores no hay que colocarse junto a edificios de donde se pueda caer aplanado, ladrillos, vidrios de ventanas rotas, inclusive macetas u objetos en balcones; tampoco debemos colocarnos debajo de cables eléctricos ni espectaculares.

Tras establecer nuestro punto de repliegue, y luego nuestro lugar de evacuación, es necesario practicar cómo llegar ahí de manera pronta (esto, recordando que el 19 de septiembre hubo poco o nada de tiempo de aviso o alertamiento). Es recomendable que el sitio de repliegue sea accesible, que no haya muebles, pantallas planas que se vuelquen u otros objetos en el camino. Si nuestro inmueble tiene dos pisos o más, sería recomendable tener varios puntos de repliegue, e incluso marcarlos.

Debemos mantenernos en los puntos de repliegue hasta que percibamos que el movimiento ha parado. Un sismo difícilmente dura más de dos minutos, aunque pareciera una eternidad. Al término de éste, es necesario desalojar el inmueble de manera rápida pero con precaución. Recordemos siempre usar las escaleras, razón por la cual durante los simulacros nos familiarizamos con ellas, con los objetos que frecuentemente colocamos ahí y con el número de pisos, escalones, vueltas, barandales, etc. Si realizamos un simulacro nocturno, tendremos más elementos de confianza para enfrentar una situación real, como el sismo del 7 de septiembre. Es recomendable tener una lámpara de mano y llaves cerca del punto de repliegue.

Asimismo, es importante localizar el tablero eléctrico y la llave maestra del paso del gas en nuestras casas, y conocer cómo se cierran o apagan. Si es posible y nos da tiempo, los miembros adultos de la familia podrán hacerlo al momento de evacuar hacia el punto de seguridad. De esta manera, es primordial asignar tareas a cada elemento de la familia: quién de los adultos se hace cargo de los hijos, de los adultos mayores, de las mascotas, de cerrar la luz y el gas, de traer la lámpara, las llaves o la mochila de emergencia (véase el Recuadro 2).

Para un simulacro completo, por lo tanto, se debe establecer un punto de repliegue, para luego ubicar

un sitio seguro al que hay que evacuar; tener un plan familiar bien entrenado, que involucre a todos los miembros; considerar cómo se realizará la evacuación y llevar consigo una mochila de emergencia.

Asimismo, el Programa Interno de Protección Civil debe ser del conocimiento de todas las personas de una empresa o institución, y debe considerar simulacros frecuentes.

### De lo reactivo a lo preventivo

Es difícil predecir cuándo se presentarán los fenómenos naturales; más aún en el caso de los sismos. Sabemos que tiembla todo el tiempo y que estos eventos no están asociados, por ejemplo, al cambio climático, al alineamiento de los planetas, al comportamiento del Sol, a la ocurrencia de otros sismos en lugares alejados, etc. Es común y normal que tiemble, y volverá a ocurrir; pero no debe ser común ni normal que estos fenómenos se conviertan en desastres.

Una sociedad prevenida saldrá avante, pues podemos disminuir nuestra vulnerabilidad si conocemos qué la provoca, en dónde y cuándo. La reducción de la vulnerabilidad física ante los sismos lleva tiempo y cuesta dinero, pero la reducción de la vulnerabilidad social se puede implementar de inmediato. Ambas son necesarias para ser una sociedad preventiva.

### Carlos Miguel Valdés González

Centro Nacional de Prevención de Desastres.  
cvaldesg@cenapred.unam.mx

#### Lecturas recomendadas

Cenapred (20s18), *Atlas Nacional de Riesgos*. Disponible en: <<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>>. Consultado el 7 de mayo de 2018.

Lomnitz, C. (2005), *El próximo sismo en la Ciudad de México*, México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia-UNAM.

Ugalde Aguirre, A. (2009), *Terremotos. Cuando la Tierra tiembla*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

## Recuadro 2. ¿Qué debemos llevar en la mochila de emergencia?

La mochila de emergencia es otro elemento indispensable para nuestra tranquilidad y seguridad ante un evento de este tipo. En ella hay que tener:

1. comida, como productos enlatados de fácil apertura, y agua suficiente para unos cuatro días;
2. botiquín de primeros auxilios, que también incluya medicamentos especiales si los requiere algún miembro de la familia;
3. lámpara y radio de pilas, con pilas extra;
4. documentos importantes, como nuestras actas de nacimiento, escrituras, facturas, credenciales, pólizas de seguro, etc.; todos ellos escaneados y guardados en una memoria USB;
5. fotografías de los miembros de la familia y las mascotas, ya que si necesitamos preguntar por alguien, la fotografía es muy útil;
6. tarjeta con los números de teléfono importantes, de otros familiares y servicios de emergencia;
7. impermeables y cobijas;
8. silbato y navaja;
9. juguetes que hayan seleccionado los hijos, para tranquilizarlos;
10. alimento para mascotas y otras cosas que consideremos importantes.

Esta mochila deberá estar cerca del sitio de repliegue y la debemos llevar al salir del inmueble.

