



**SEGURIDAD**  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CENAPRED**  
CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

REGISTRO DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURA Y LÍNEAS VITALES OCASIONADOS  
POR SISMO Y VIENTO

Dirección de Investigación  
Subdirección de Riesgos Estructurales  
Jefatura en Infraestructura para la prevención de desastres

Febrero 2022



## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	3
OBJETIVO .....	5
ALCANCES.....	5
METODOLOGÍA .....	6
DAÑOS OCASIONADOS POR VIENTO .....	10
DAÑOS OCASIONADOS POR SISMOS.....	11
CONCLUSIONES.....	11
REFERENCIAS.....	13
AGRADECIMIENTOS .....	13

## INTRODUCCIÓN

En México, debido a su ubicación geográfica, condiciones climáticas y geológicas, así como a problemas de asentamientos humanos informales en zonas de peligro alto o muy alto, la infraestructura tiende a ser vulnerable ante la presencia de fenómenos naturales, en particular los huracanes y sismos. Algunos de estos fenómenos, por la intensidad y alcance han provocado severos daños a la infraestructura, principalmente del sector vivienda, pero también en el sector de servicios e infraestructura urbana y de transporte, que requieren de una respuesta institucional adecuada en el ámbito de la Gestión Integral de Riesgos, con el propósito de se puedan canalizar recursos económicos suficientes, en un primer momento para la situación de emergencia y, posteriormente, para resarcir los daños y restablecer las condiciones de normalidad social, económica y de gobernanza de la región afectada.

El riesgo de desastres, entendido como la probabilidad de pérdida, depende de dos factores fundamentales que son el peligro y la vulnerabilidad. Comprender y cuantificar los peligros, evaluar la vulnerabilidad y con ello establecer los niveles de riesgo, es sin duda el paso decisivo para establecer procedimientos y medidas eficaces de mitigación para reducir sus efectos.

Para estimar distintos niveles de riesgo, es necesario evaluar la vulnerabilidad ante cada fenómeno, de cada una de las obras construidas por el hombre, tales como vivienda, hospitales, escuelas, servicios de emergencia, edificios públicos, vías de comunicación, líneas vitales (electricidad, agua, drenaje, telecomunicaciones, etc.), patrimonio histórico, comercio e industria, sin olvidar tierras de cultivo, zonas de reserva ecológica e incluso turísticas o de esparcimiento.

La vulnerabilidad generalmente se plantea como la conjunción de la parte física y la social; en el ámbito de la vulnerabilidad física, que es del interés de la base de datos que da sustento al presente informe, se puede considerar dividida en estructural y no estructural (también definida como contenidos). En cuanto a la vulnerabilidad estructural, ésta se refiere a la susceptibilidad de que se presenten daños en la estructura ante el impacto de un fenómeno perturbador, de modo que se generen condiciones que tiendan a impedir que la edificación de interés pueda mantenerse en pie o presente comportamientos anómalos que pudieran interferir en su adecuado funcionamiento. Usualmente se mide en términos de un porcentaje medio de daño o valor económico requerido para reparar el bien

afectado y llevarlo a un estado equivalente al que tenía antes de la ocurrencia del evento. La vulnerabilidad se expresa en términos de la llamada “función de vulnerabilidad”. Dicha función define la distribución de probabilidad de las pérdidas como función de la intensidad producida durante un escenario específico, o bien, de manera determinista establece una relación entre el nivel de daño esperado en función del parámetro de intensidad del fenómeno.

En cuanto al universo de los bienes expuestos, se entiende por sistema vital a toda infraestructura cuya función es esencial para la vida de la población y el desarrollo económico de una ciudad o región, además de que resulta fundamental en caso de desastre. Se incluyen en esta categoría todos los sistemas de suministro de servicios públicos (agua, electricidad, comunicaciones, evacuación y recolección de desechos), la infraestructura de transporte (terrestre, aéreo y marítimo), los centros de salud (hospitales) y seguridad (especialmente estaciones de bomberos).

Además, para los bienes expuestos clasificados como vitales, existe una subclasificación, las líneas vitales, los cuales son sistemas continuos, cuyas dimensiones generalmente superan las de las ciudades a las cuales suministran servicios. Dentro de las ciudades las líneas vitales forman una red compleja que abarca toda la extensión de las mismas. Fuera de las ciudades las líneas vitales son los ejes de transmisión de un producto o servicio desde el lugar de origen o fuente, a través de los elementos que los transforman para su consumo, hasta un destino de la ciudad. Son ejemplos de líneas vitales: el suministro de agua potable, de electricidad, el alcantarillado sanitario, las carreteras, y los sistemas de telecomunicaciones.

Los daños ocasionados a la infraestructura y líneas vitales en México debido a la frecuencia, magnitud y alcance de fenómenos como sismo, grandes avenidas y vientos fuertes han sido severos y poco reportados, la información existente en lo referente a daños se centra en las afectaciones directas a los ciudadanos y sus propiedades, por lo que el daño en los sistemas vitales, aunque es de gran importancia, desde el quehacer de Protección Civil se le ha prestado poca atención. Lo anterior genera, en algunas ocasiones, una condición que dificulta la operación de la infraestructura crítica, que debería estar funcionando con normalidad, para atender la situación de emergencia, además de dificultar el acceso de recursos a las zonas afectadas.

Con el propósito de poder contar con información de los bienes y sistemas afectados, es necesario integrar, analizar y medir las pérdidas, tanto con el objetivo de la atención de la emergencia, como para contar con acervo de información que permita establecer escenarios de susceptibilidad de daño, eventualmente riesgo,

ante futuros eventos postulados. Con la elaboración de una base de datos de daño en los bienes expuestos, específicamente en los sistemas vitales se tendrá la información que permita proponer funciones y/o matrices para evaluar su vulnerabilidad física ante algún evento perturbador.

En el presente documento se hace una descripción del proceso de recopilación y captura de la información que conforma la base de datos de daños causados por fenómenos, tanto naturales, sísmicos, vientos fuertes e inundaciones, por mencionar los más recurrentes, como por fenómenos antrópicos, como incendio y explosión, ocurridos durante el 2021.

## **OBJETIVO**

En el análisis de riesgos y la toma de decisiones para reducir afectaciones después del impacto de un evento perturbador, toma gran relevancia conocer qué tipo de daños han sufrido históricamente no sólo la edificación expuesta, sino también los sistemas vitales y, con base en dicha información, definir cuáles son las características que generan vulnerabilidad para tomar las medidas de prevención pertinentes ante probables eventos futuros.

Los esquemas de prevención se definen considerando los tres aspectos fundamentales que impactan en la determinación del riesgo: a) Conocimiento de los niveles de peligro asociados a los fenómenos; b) identificación de las características de la vulnerabilidad del sistema afectable ante los diferentes fenómenos; y, c) el conocimiento de las características y niveles de exposición del sistema afectable.

Por lo anterior, el objetivo principal de este trabajo es integrar una base de datos de daño y comportamientos anómalos en los bienes expuestos en general, y en los sistemas vitales del país en particular; daño causado principalmente por eventos sísmicos y vientos fuertes. Lo anterior permitirá contar con información confiable con fines de evaluar la vulnerabilidad de los agentes afectables.

Como objetivo particular se considera el que la base de datos pueda ser consultada por el público en general y el gremio académico en particular, y poder elaborar funciones y/o matrices de vulnerabilidad, herramienta básica para estudios de susceptibilidad de daño, eventualmente riesgo, en el marco de la Gestión Integral de Riesgos.

## **ALCANCES**

En la actualidad la información pública existente de daños en los agentes afectables, entre ellos los sistemas vitales, debido a la acción de algún agente

perturbador, además de ser escasa, se refiere principalmente a reportes generales, sin proporcionar detalles específicos de los daños físicos que afectaron la funcionalidad y seguridad de los sistemas. Por lo general, ante la ocurrencia de un evento de gran intensidad, la información más detallada y que se hace del conocimiento general, corresponde a las afectaciones en vivienda y edificación pública, prestando poca atención a los daños en los sistemas extendidos, líneas e infraestructura vital. Por tal motivo, de manera similar a como se ha hecho desde 2018, durante 2021 se realizó diariamente una búsqueda exhaustiva de los efectos y daños generados por los agentes perturbadores en los bienes expuestos.

En el periodo que se reporta, 2021, la búsqueda de la información se realizó principalmente en medios de información digitales, tanto nacionales, como internacionales. En ese sentido, dado que la prioridad de los medios es la presentación de la información global de los eventos, una parte importante del contenido da datos en el periodo que se reporta puede resultar escasa desde el punto de vista técnico.

No obstante, se considera que los datos reportados constituyen una base mínima para estudios estadísticos sobre daños y efectos de los fenómenos perturbadores sobre los agentes afectables.

## METODOLOGÍA

Como se menciona anteriormente, la información de daño existente, principalmente para el caso de los sistemas vitales, no profundiza en las características técnicas de los sistemas afectados y los mecanismos que generaron el daño; por ejemplo, en el caso del sistema carretero, se tienen conteos de puentes dañados, pero no se conocen las especificaciones de los mismos, como son: longitud total, número de claros, tipo de apoyos, número de pilas por apoyo, ancho de la calzada, materiales de construcción, entre otras características; desde luego. Por lo que se hace necesario remitirse a los registros de los organismos especializados o responsables del sector.

Aunque existen algunos trabajos acerca del comportamiento y definición de parámetros y funciones de vulnerabilidad de estos sistemas vitales, por lo general el análisis de la vulnerabilidad de los mismos es un campo poco estudiado. Recientemente, en lo que va del siglo, y con fines de recabar información para el sector asegurador, algunas empresas se han dedicado a realizar estudios de vulnerabilidad de infraestructura urbana, logrando trabajos que han reportado la construcción de funciones de vulnerabilidad empíricas a partir de los registros de daño durante fenómenos ocurridos en épocas recientes, dichas funciones se han incluido en herramientas como el R-Fonden, que desafortunadamente no están

a disposición del público en general y, además, presenta una estructura de contenido de la información que difícilmente permite identificar las características de las funciones empleadas.

Las funciones de vulnerabilidad, que son las relaciones entre alguna medida de intensidad de un fenómeno perturbador (como la aceleración del suelo en caso de sismo) y el daño estructural, son de suma importancia en la evaluación del riesgo y la simulación de escenarios. Las relaciones entre la intensidad del fenómeno y diferentes niveles de daño se denominan funciones de fragilidad, un ejemplo esquemático se muestra en la figura 1. Estas funciones de fragilidad se pueden construir a través de la revisión estadística de información como la que contiene la base de datos motivo del presente informe. A partir de ellas, se puede hacer el planteamiento y generación de las curvas de vulnerabilidad y/o matrices de probabilidad de daño (ejemplo de éstas últimas se presentan en la figura 2).

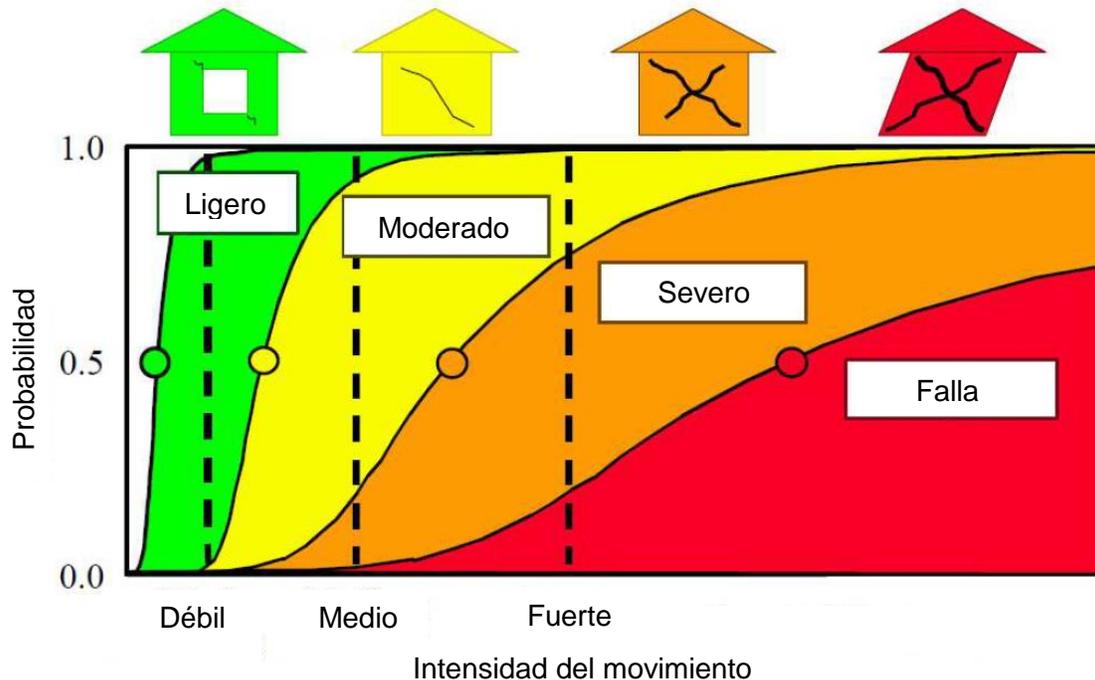


Figura 1. Ejemplo de curvas de fragilidad para daño estructural ligero, moderado, severo y falla. (Adaptado de FEMA, 2020).

Existen algunas desventajas en el empleo de estas curvas. En los casos en que se construyen a partir de datos de daño de eventos recientes, generalmente proporcionan valores discretos y limitados, dado que dependen de los registros históricos existentes que son escasos o muy cualitativos. Además, en algunos casos los intervalos de daño considerados no son claros debido a que la evaluación

del mismo está sujeta al criterio personal del evaluador, aspecto que se ha trabajado en su uniformización en las últimas dos décadas, por lo que la información obtenida el siglo pasado requiere de un tratamiento meticuloso y analizar cuidadosamente caso por caso. Por otro lado, el daño en un sistema está relacionado directamente a las características de su entorno por lo que los efectos de sitio toman gran relevancia en el tipo y magnitud de los daños presentes en un sistema, lo que hace que las curvas de vulnerabilidad puedan resultar casi exclusivas de la localidad para la que se construyeron.

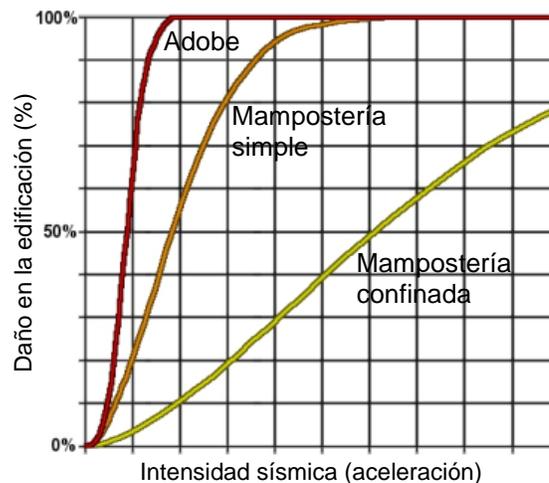


Figura 2. Ejemplo de funciones de vulnerabilidad. (Adaptado de Ordaz M, 2012)

A pesar de lo mencionado se pueden extrapolar algunas características de la infraestructura vital y aplicar las funciones a sistemas con características similares en el país, con lo que se contaría con una herramienta muy útil para la estimación de riesgos y pérdidas por eventos extraordinarios.

Es importante, sobre todo en el caso de eventos de gran magnitud que afectan grandes centros urbanos o extensiones muy grandes de terreno, tener idea de las características de la infraestructura existente en el lugar, así como información sobre la susceptibilidad de daños debido a la ocurrencia de algún agente perturbador. Por tal motivo recabar información de daños históricos que ha sufrido la infraestructura existente en el país, permitirá plantear funciones de vulnerabilidad, donde se muestre la relación entre las características de la infraestructura y los daños probables.

Por otro lado, el análisis de riesgos de una localidad o región, involucra el estudio de peligro, vulnerabilidad y costos de la infraestructura expuesta. El análisis del peligro consiste en definir la frecuencia e intensidad de un fenómeno en un lugar determinado, este análisis puede ser cubierto con datos proporcionados por

instituciones como el Servicio Sismológico Nacional (sismos) o la Comisión Nacional del Agua (huracanes y grandes avenidas), que son las encargadas de llevar el registro de los fenómenos de gran magnitud que afectan el territorio nacional. Dentro de estos registros deben existir datos como las aceleraciones del suelo durante un sismo o la velocidad del viento durante un huracán.

En lo que corresponde al análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura, se debe llegar a la estimación del daño esperado en cada tipo de sistema expuesto debido a la ocurrencia de un evento de cierta intensidad, generalmente esto se representa por medio de funciones de vulnerabilidad. Como se ha mencionado una curva de vulnerabilidad se puede obtener de relacionar el nivel de daño medio y la intensidad sísmica que puede ser expresada en términos de aceleración del terreno en caso de sismo, o como velocidad regional en el caso de vientos fuertes.

La estimación del daño esperado en un sistema, requiere de un gran registro de datos de los efectos que han generado los fenómenos, además resulta de gran utilidad contar con la información de las características de los sistemas expuestos afectados. Para ello es necesario integrar una base de datos de los sistemas existentes, sus características y los daños que sufrieron durante algún evento perturbador de gran intensidad.

EL presente informe reporta las actividades de la integración de esa base de datos de daño, misma que se realiza mediante una investigación documental en diferentes fuentes, principalmente información existente en documentos impresos y en medios electrónicos; recurriendo, también a los acervos de las instituciones públicas responsables de los diferentes temas como la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el Servicio Sismológico Nacional (SSN), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y medios de comunicación impresos, para obtener información histórica de los fenómenos naturales ocurridos en el territorio nacional y de los registros de daño que estén disponibles.

La base de datos considera los daños ocasionados por los fenómenos naturales vientos fuertes y sismo, principalmente, además cuenta con un apartado de registro de datos ocasionados por otros fenómenos, donde se incluyen temas que han presentado una mayor frecuencia en la última década, atribuible al mayor flujo de información a través de las redes sociales, como son incendios y accidentes de explosión en edificaciones habitacionales.

En los siguientes párrafos se hace un breve resumen del proceso de búsqueda de la información relativa a los fenómenos sismo y vientos fuertes.

## DAÑOS OCASIONADOS POR VIENTO

Cada vez que un ciclón tropical incurre sobre el territorio nacional deja a su paso una huella de daños ocasionados por su campo de vientos. Generalmente se efectúan estudios, con cierta limitación, sobre los daños registrados, el principal defecto de dichos estudios es que no recaba información sobre las características físicas del bien afectado, y tampoco se establece una analogía entre los daños y los vientos que los originaron. Adicional a lo anterior, en la mayoría de los casos, la información recabada queda bajo resguardo de las instituciones responsables de cada sector.

Las estadísticas indican que los daños que generan estos fenómenos han estado aumentando, siendo principalmente debido al crecimiento de la mancha urbana que se asienta en zonas expuestas al impacto directo de este fenómeno, aunado a la ausencia de reglamentos de construcción en un porcentaje importante del territorio nacional (Sánchez Alejandro, 2013). Otro tema de interés para el caso de vientos fuertes, es el efecto de las fuertes lluvias. Cuando los huracanes impactan a tierra cerca de ciudades o poblaciones, además de los vientos propios del fenómeno, las lluvias intensas causan inundaciones con resultados generalmente devastadores. Ejemplo de lo anterior son el huracán Isis (1998), el huracán Juliette (2001), el huracán Odile (2014), meteoros que dejaron incomunicados a muchos poblados, producto del daño en caminos y carreteras, además de los daños en la infraestructura eléctrica.

Aunque cualquier estructura se ve afectada, de mayor a menor grado, por vientos intensos, existen algunos tipos que son especialmente vulnerables, como es el caso de los anuncios publicitarios o espectaculares, los cuales a veces son fabricados con deficientes métodos constructivos y de diseño que no consideran las fuerzas que afectarán a la estructura en su vida útil. Las fallas de estos anuncios ponen en peligro a los habitantes a su alrededor, al convertirse en potenciales proyectiles que al ser arrastrados por el viento pueden producir fallas o efectos secundarios en líneas aéreas de servicio público (eléctrico, telefonía, sistemas de iluminación, antenas de microondas, por mencionar algunos).

No todos los daños generados por viento sobre las estructuras ocurren por el mismo mecanismo. En este sentido las fallas pueden ser clasificadas como totales, parciales o locales. Las fallas totales producen el colapso completo o pérdida total de funcionalidad de la estructura, motivado por que las fuerzas de arrastre del viento rebasan la resistencia de diseño del sistema estructural. Las fallas parciales se presentan cuando partes específicas de la estructura presentan daño, pero no afectan significativamente la funcionalidad del inmueble. Las fallas locales son fallas de menor magnitud que ocurren en lugares específicos donde se

concentran altas velocidades de viento, en este tipo se pueden incluir a desprendimientos de elementos de fachadas, caída de plafones en los techos al interior de las edificaciones e, incluso, rotura de vidrios en los ventanales. Cabe la mención de que las fallas parciales y/o locales, aunque puede considerarse que no comprometen la estabilidad del sistema estructural, sí constituyen un patrón de muy alto peligro en la potencial generación de pérdidas materiales y humanas durante estos eventos porque, como se mencionó anteriormente, se constituyen en proyectiles que son arrastrados por el viento.

Los trabajos para obtener la información pertinente para la base de datos de daños ocasionados por este fenómeno se centró en la revisión diaria de los reportes de las instancias que se indican a continuación: Centro Nacional de Comunicaciones de la Dirección General de Protección Civil, de la Coordinación Nacional de Protección Civil (CENACOM); los resúmenes de información de los medios que reporta la Dirección de Difusión del CENAPRED; de la información que reporta el Servicio Meteorológico Nacional y de la misma Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

La búsqueda de información realizada durante 2021 sólo especifica el año, fecha, categoría de impacto, velocidad de viento máxima y estados afectados, además de algunas observaciones de daños ocasionados a la infraestructura y fotografías representativas de los mismos. En la base de datos, para 2021, se incorporaron 24 líneas de información, de un total de 38 registradas durante el periodo que se reporta, constituyendo el 64% de la información recopilada.

## DAÑOS OCASIONADOS POR SISMOS

Las bases de datos existentes sobre daños en edificación e infraestructura debido a los efectos de sismo son, en general, un conteo donde se reportan edificios dañados como un porcentaje, sin proporcionar a detalle información del tipo y nivel de daño, así como sobre las características de las edificaciones afectadas. Lo anterior se acentúa para el caso de sismos de baja intensidad, por ejemplo toda la familia de sismos con magnitudes menores de 5.5 que se registran en la costa del océano Pacífico mexicano; en la gran mayoría de los casos, no hay reporte de daños en edificación y, por la baja intensidad del fenómeno, definitivamente no hay reporte de daño en infraestructura. Por otro lado, existe información para determinados eventos, aquellos de mayor magnitud o que han causado grandes daños en áreas urbanas, como el sismo de Michoacán de 1985 o el de Tehuacán de 1999, los ocurridos recientemente en septiembre de 2017.

En sistemas vitales como carreteras y vías férreas después de un sismo se pueden observar daños en diferentes estructuras que conforman la red: en túneles,

taludes, corte y rellenos, acceso a puentes y otro tipo de infraestructura. En el caso de los túneles se ha observado que pueden presentar dos tipos de daño debidos a sismo, daño en los portales y daño en el revestimiento de los túneles, el primero está asociado a derrumbes o a la falla del terreno. Los daños al interior de túneles son raros y están asociados a malas construcciones, a una mala ubicación en zonas propensas a derrumbes o al desplazamiento directo de una falla geológica.

En el caso de puentes los daños más comunes debidos a sismo se presentan en su subestructura como producto de grandes deformaciones y desplazamientos del terreno o por el fenómeno de licuación. En la superestructura la mayoría de los daños es a causa del excesivo movimiento de la subestructura que origina la falla de juntas constructivas y en los apoyos, específicamente en los denominados “topes sísmicos”.

Los daños generalmente observados en tuberías enterradas, como es el caso de los sistemas de agua potable o drenaje sanitario, son causados principalmente por el desplazamiento relativo del terreno durante un sismo, ya sea por el cambio en la resistencia entre dos regiones del suelo, la licuación de estratos granulares, etc. Lo que se traduce en grandes esfuerzos axiales o transversales en las redes de tubería que la llevan a su punto de ruptura.

Los tipos de daño mencionados en los párrafos que preceden, se presentan generalmente cuando impactan sismos de gran intensidad, con aceleraciones del terreno superiores a  $250 \text{ cm/s}^2$  (gal), o bien, con velocidades superiores a  $85 \text{ cm/s}$  (kine, para terrenos con periodo dominante menor a 0.5 s, Jaimes et al, 2009).

No obstante, las bases de datos existentes actualmente son, en general, un conteo de afectaciones en lo que se refiere a los sistemas vitales, como se observa en el caso del sismo de Huajuapán (CENAPRED, 2001) se reportan edificios dañados como un porcentaje, sin proporcionar información del tipo y nivel de daño o las características de las edificaciones afectadas.

Existe información más extensa para determinados eventos, aquellos de mayor magnitud o que más daño han causado en áreas urbanas como el sismo de Michoacán de 1985 o el de Tehuacán de 1999.

Para el periodo que se reporta información relacionada con daños asociados al fenómeno sísmico se incluyó un registro del universo de 38, constituyendo el 2.6% de la información incluida en la base de datos.

Existen tres registros de daño y colapso de edificaciones producto de inadecuados procedimientos constructivos y/o por falta de mantenimiento adecuado en las

mismas. El resto de los registros incluidos en el periodo son daños generados por fenómenos antrópicos.

## CONCLUSIONES

La información contenida en la base de datos que da origen a este informe, resulta de la revisión exhaustiva de reportes sobre daños en edificación e infraestructura en fuentes electrónicas y documentales existentes en diversas instituciones como: el Centro Nacional de Prevención de Desastres, la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Federal de Electricidad, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, adicionalmente, se consultaron periódicos y revistas. A pesar de que la mayor parte de información reportada después de algún evento de gran magnitud corresponde a afectaciones a la vivienda, también se reporta información correspondiente a algunos sistemas vitales.

Los acervos fotográficos consultados se encuentran en internet, algunos son tomados de blogs personales o foros creados para exponer las opiniones y vivencias durante el evento a que se haga referencia.

A la fecha, después de cuatro años de haber iniciado la conformación de la base de datos, se cuenta con 82 registros de daño, la base de datos será una herramienta de gran importancia en el planteamiento de funciones y/o matrices de vulnerabilidad de edificaciones y sistemas extendidos, de modo que puedan emplearse para la estimación de afectaciones y el desarrollo de estudios de susceptibilidad de daño, eventualmente, riesgo ante la ocurrencia de algún fenómeno perturbador.

En el periodo correspondiente a 2022, la subdirección iniciará el tratamiento estadístico de la información incorporada a la base de datos con el propósito de plantear, inicialmente, las funciones de fragilidad que permita, en el futuro cercano, elaborar las correspondientes funciones de vulnerabilidad.

## REFERENCIAS

- Bitrán Bitrán Daniel, Serie impacto socioeconómico de los desastres en México "Características del Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en México en el Período 1980-99". CENAPRED, Octubre 2001.
- CENAPRED, (1999), Serie informes técnicos: "El sismo de Tehuacán del 15 de junio de 1999", CENAPRED, Julio 1999.
- CENAPRED, (2001), Serie informes técnicos: "El sismo de Oaxaca del 30 de septiembre de 1999", Diciembre 2001.
- CENAPRED, (2001), "Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres de México". Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana.

- CENAPRED (2003), Serie informes técnicos: “El sismo de Tecomán del 21 de enero de 2003 (Me 7.6)”, Noviembre 2003.
- CENAPRED, (2007), Serie informes técnicos: “Sismo de Coyuca de Benítez del 7 de octubre de 2001, aspectos sismológicos y su impacto en infraestructura”, Marzo 2007.
- Centro Nacional de Comunicación en Protección Civil, CENACOM, reportes de información diaria.
- Colegio de Arquitectos de Japón. “Daños causados por el sismo de Michoacán de 1985” Reporte del Instituto de Arquitectos de Japón, CENAPRED-JICA, Marzo 1996.
- FEMA, (2020), Hazus Earthquake Model Technical Manual Hazus 4.2 SP3, octubre 2020.
- Jaimes M.A., (2009), “Correlación entre la aceleración y velocidad máxima del suelo: aplicación en el análisis del peligro sísmico”, Revista de Ingeniería Sísmica No. 81 19-35.
- Sánchez Alejandre A., (2013), Comportamiento sísmico de muro de concreto para vivienda, tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ingeniería, Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, junio 2013.
- Ordaz, m (2012), Sistema R-FONDEN versión 2012, Foro sobre el Manejo Integral de Riesgo de Desastres, Tegucigalpa, agosto de 2012
- Rosengaus, M. (1998). “Efectos destructivos de ciclones tropicales”. Mapfre.
- Monitoreo de medios CENAPRED.

## AGRADECIMIENTOS

La Subdirección de Riegos Estructurales del CENAPRED agradece ampliamente al personal de la Dirección de Difusión que se encarga de revisar la información de medios y hacer un resumen diario de lo más relevante en el ámbito de aspectos de protección civil y prevención de desastres, una cantidad considerable de información que alimenta a la base de datos de daños que sustenta el presente informe, se basa en la información básica plasmada en dicho resumen.

Además, no se omite hacer mención de la gran labor que desarrolla el personal de la Coordinación Nacional de Protección Civil, que diariamente genera información resumida en tiempo real del quehacer de las instancias de protección civil en la república. Dicha información resulta de gran ayuda para la alimentación de esta base de datos y, por lo tanto, para el planteamiento futuro de funciones de fragilidad y vulnerabilidad a raíz de información real, funciones que son torales para los estudios de susceptibilidad de daño y/o riesgo.