

# PREVENCIÓN

02

ENERO  
ABRIL 2025

REVISTA DE DIVULGACIÓN Y DIFUSIÓN CULTURAL DEL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES



AÑO 1, NÚM. 2 - ISSN: EN TRÁMITE

- Sistema de Monitoreo del volcán Popocatepetl: origen, desarrollo e importancia
- El Popocatepetl en retrospectiva, tres décadas de lecciones ● Voces del Popocatepetl
- Imágenes satelitales para analizar el impacto de fenómenos naturales. Una herramienta para la gestión del riesgo

## Secretario de Seguridad y Protección Ciudadana

Omar García Harfuch

## Coordinadora Nacional de Protección Civil

Laura Velázquez Alzúa

## REVISTA PREVENCIÓN

### Director General y presidente del Comité Editorial

Enrique Guevara Ortiz

### Comité Editorial

Armando Rosales García

Raymundo Padilla Lozoya

Servando de la Cruz Reyna

María Guadalupe Hernández Bello

### Comisión de Contenidos

Martín Jiménez Espinoza, Luis Ángel Salvador Espinosa Hernández, Alma Flores Martínez, Karla Margarita Méndez Estrada, Salvador Quezada Otañez, Kristel Jazmín Pérez Ponciano, Mara Yolanda Aguilar Ponce, Rubén Michelle Gutiérrez Gudiño, Susana Carapia Vargas, Verónica Andrea Rojas Hernández, Jonatán Arreola Manzano, Diana Marisol Vázquez Espinoza de los Monteros, Leonardo Flores Corona, Constanza A. Rivera Pereira, Cynthia Paola Estrada Cabrera, María Lilia Calva Rodríguez.

### Coordinador Editorial

Tomás Alberto Sánchez Pérez

### Secretaria Técnica

Jenny Lira Muñoz

### Editor Técnico

José Ángel Vázquez Reyes

### Asistente Editorial

Laura Esquivel Arce

### Diseño Editorial y Difusión

Maricela Rojas Vázquez

Cynthia Paola Estrada Cabrera

### Suplemento especial *Voces del Popocatepetl*

Entrevistas: Ana Karen Ramos Yáñez

Fotografía: Daniel Mendoza Pérez

Edición: Laura Esquivel Arce

*Fotografía de portada:  
David Cilia, Cenapred*

PREVENCIÓN, año 1, número 2, enero-abril 2025. Es una publicación cuatrimestral editada por la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, avenida Constituyentes 947, col. Belem de las Flores, C. P. 01110, Alcaldía Álvaro Obregón, Ciudad de México, a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres, av. Antonio Delfín Madrigal 665, Col. Pedregal de Santo Domingo, Alcaldía Coyoacán, C. P. 04360, Ciudad de México. Teléfono: 5511036000, atención ciudadana en la extensión 72019, <https://www.cenapred.unam.mx/PublicacionesWebGobMX/> correo electrónico: [revistaprevencion@cenapred.unam.mx](mailto:revistaprevencion@cenapred.unam.mx), coordinador editorial: Tomás Alberto Sánchez Pérez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2024-101012402400-102, ISSN: XXXX-XXXX, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido No. XXXX, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de

Gobernación. Responsable de la última actualización de este número: David Cajeme Cilia García, Centro Nacional de Prevención de Desastres, av. Antonio Delfín Madrigal 665, col. Pedregal de Santo Domingo, C. P. 04360, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México. Última modificación enero de 2025.

El contenido de los artículos y entrevistas publicadas es responsabilidad de cada autoría y no representa necesariamente el punto de vista del editor de la publicación ni del Centro Nacional de Prevención de Desastres. Se autoriza cualquier reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro, citando la fuente, sin alteración del contenido, señalando los créditos autorales y la dirección electrónica de la revista.



### **Estimadas lectoras, estimados lectores:**

La gestión de riesgos es un proceso amplio y complejo que ha cobrado cada vez más relevancia en los últimos años debido a la diversidad de fenómenos que afectan a nuestro país. Comprender esta complejidad nos permite desarrollar estrategias de largo plazo para reducir los impactos de estos fenómenos y avanzar hacia una verdadera cultura de la prevención.

Conscientes de ello, en este segundo número de la revista PREVENCIÓN, reunimos distintas perspectivas sobre la gestión del riesgo de desastres en México, reflejando su riqueza conceptual desde enfoques científicos, políticos y sociales.

En esta edición, vinculamos la historia con la evolución tecnológica, destacando cómo el sistema de monitoreo del CENAPRED ha respondido a la actividad eruptiva del volcán Popocatepetl durante los últimos 30 años. Para ello, compartimos una entrevista especial con investigadoras e investigadores que han dedicado su labor al estudio de este volcán.

Asimismo, reafirmamos la importancia de la ciencia y la investigación como herramientas fundamentales para fortalecer la resiliencia de la población. Un claro ejemplo de ello es la evolución de los reglamentos de construcción desde la segunda mitad del siglo XX, que han sido clave en la reducción del riesgo sísmico y en el desarrollo de edificaciones más seguras en México.

Nuestro país enfrenta año con año fenómenos naturales de gran impacto. Por ello, en esta edición analizamos la marea de tormenta y sus efectos en comunidades costeras, un fenómeno clave para comprender los riesgos asociados a los huracanes y mejorar la protección de la vida y los bienes de la población.

También exploramos cómo la tecnología juega un papel fundamental en la gestión de emergencias y la prevención de desastres. Herramientas como la geomática y las imágenes satelitales permiten precisar entornos geográficos y mejorar los sistemas de monitoreo y respuesta.

El cambio climático es otro tema crucial que abordamos en este número. Su impacto en la degradación ambiental y el acceso a los recursos naturales, especialmente para las mujeres, es una preocupación creciente para la comunidad científica y la sociedad en su conjunto.

Finalmente, reconocemos el papel esencial de la sociedad civil en la construcción de una protección civil más robusta e incluyente. La gestión integral del riesgo de desastres requiere la participación de todas y todos, con enfoques diversos que permitan construir soluciones sostenibles y equitativas.

En este segundo número, nuestro objetivo es difundir el conocimiento, fomentar la discusión y promover nuevas propuestas en torno a la gestión del riesgo de desastres en México. Creemos que al integrar perspectivas diversas y abordar temas clave, contribuimos a una reflexión más profunda sobre la urgencia de una gestión del riesgo inclusiva, integral y proactiva, que tome en cuenta los factores ambientales, urbanos, tecnológicos y sociales que influyen en la vulnerabilidad de nuestro país.

¡Muchas gracias!

Enrique Guevara Ortiz  
**Director General**

# CONTENIDO

## **CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO**

---

Sistema de Monitoreo del Volcán Popocatepetl: origen, desarrollo e importancia	6
El reglamento de construcción en Ciudad de México: importancia en la gestión del riesgo sísmico	12
Inundaciones costeras: marea de tormenta	20
La geomática como herramienta de prevención ante el riesgo de desastres en Ciudad de México	28
Imágenes satelitales para analizar el impacto de fenómenos naturales. Una herramienta para la gestión del riesgo	34

## **DESASTRES Y FENÓMENOS RELEVANTES EN MÉXICO Y EL MUNDO**

---

Desastres y fenómenos relevantes en México y el mundo	12
---	----

## **NOVEDADES**

---

Publicaciones	24
Avances científicos y tecnológicos	32
Eventos	50

## **SUPLEMENTO**

---

Voces del Popocatepetl	
------------------------	--

## **POR LA INCLUSIÓN**

---

Cambio climático, agua y género en México	40
---	----

## **DESDE LA SOCIEDAD CIVIL Y EL SECTOR PRIVADO**

---

El rol de la sociedad civil en la protección civil y la gestión integral del riesgo de desastre	46
---	----

## **ENTREVISTA ESPECIAL**

---

El Popocatepetl en retrospectiva, tres décadas de lecciones	52
---	----

# SISTEMA DE MONITOREO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL: ORIGEN, DESARROLLO E IMPORTANCIA

Diana Marisol Vázquez Espinoza de los Monteros\*, Paulino Alonso Rivera\*\*, Gilberto Castelán Pescina\*\*\*

## Resumen

Dos factores fundamentales contribuyeron a la creación del Sistema de Monitoreo del Volcán Popocatepetl. El primero fue el reinicio de su etapa eruptiva actual, ocurrido el 21 de diciembre de 1994. El segundo, la presencia de aproximadamente 25 millones de personas que habitan en un radio de 100 km, quienes se encuentran expuestas a peligros volcánicos. Estos aspectos no solo motivaron el establecimiento del sistema de monitoreo, sino también que el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) se hiciera responsable de su operación y mantenimiento.

En este contexto, el artículo presenta, en primer lugar, el origen del Sistema de Monitoreo del Volcán Popocatepetl; en segundo lugar, su evolución a lo largo de los años; y, en tercer lugar, su importancia en la toma de decisiones por parte de las autoridades encargadas de gestionar el riesgo volcánico.

**Palabras clave:** Popocatepetl, instrumentación, monitoreo, actividad volcánica, sistemas de monitoreo, desarrollo tecnológico, sistemas informáticos.

## Introducción

El volcán Popocatepetl ha tenido múltiples ciclos de vida a lo largo de miles de años. Esto se debe a que el volcán actual se formó sobre los restos de otros volcanes que fueron destruidos por erupciones muy grandes en el mismo lugar. Hay registros de su actividad desde la época prehispánica<sup>1</sup> hasta nuestros días. En la década de 1920, el Popocatepetl presentó explosiones esporádicas con emisiones de ceniza, y tras 70 años de relativa calma, la población volvió a observar actividad volcánica. Sin embargo, con una diferencia significativa: hoy en día, existe un mayor número de viviendas y personas viviendo cerca del volcán en comparación con el pasado. Este hecho ha convertido al Popocatepetl en uno de los volcanes de mayor riesgo en el país.

Por esta razón, y para conocer la actividad del volcán, surge el Sistema de Monitoreo del Popocatepetl, un conjunto de tecnologías, especialistas, técnicas y procedimientos que han crecido a lo largo de estos 30 años con el compromiso de informar a la población.

## Origen del sistema de monitoreo

En la década de 1980, los institutos de Geofísica y de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) instalaron dos estaciones sísmicas para estudiar el volcán, factor determinante para registrar el inicio del actual periodo e instaurar un monitoreo continuo. En diciembre de 1994 comenzó el periodo eruptivo actual del volcán Popocatepetl y, con ello, el monitoreo a cargo del Cenapred. Asimismo, se diseñó el semáforo de alerta volcánica para informar a la población

<sup>1</sup> Al respecto, consúltese Ramón Espinosa Pereña, *Historia del volcán Popocatepetl. 17 años de erupciones*, editado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

y a las autoridades sobre el nivel de actividad de un volcán, proporcionando una guía clara y accesible para tomar decisiones oportunas y la implementación de acciones adecuadas a los escenarios esperados de la actividad (figuras 1 y 2).



Figura 1. Sobrevuelo al volcán Popocatepetl, diciembre de 1994.  
Figura 2. Explosión de junio de 1997.

En 1995 el monitoreo del volcán tuvo un avance importante con la instalación de la primera cámara de video que transmitía en tiempo real vía microondas imágenes de su actividad. Ello permitió observar las emisiones de gases volcánicos y de ceniza del Popocatepetl desde el Cenapred y comenzar así la vigilancia visual. Posteriormente, en 1997, con el apoyo y la colaboración del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) se colocaron tres estaciones de monitoreo sísmico sobre la estructura del volcán, que ampliaron la capacidad de vigilancia que se tenía en aquel entonces. Cada una estaba equipada con un sistema de telecomunicaciones vinculado al puesto central de registro alojado en el Cenapred, donde se recibían y se registraban en papel las señales sísmicas, mismas que eran digitalizadas y analizadas con programas informáticos especializados que cuantificaban la actividad sísmica del coloso (figuras 3 y 4).

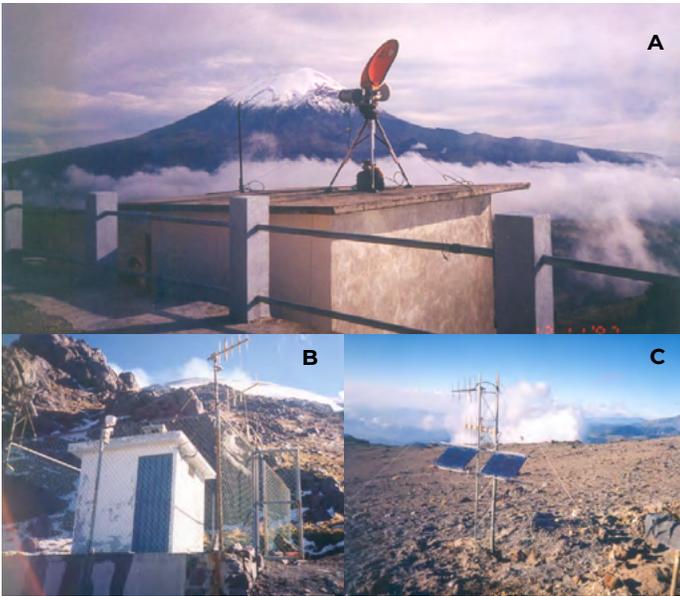


Figura 3. A) Estación Altzomoni, primera cámara analógica con vista al volcán, noviembre de 1997. B) Estación Canario, diciembre de 1997. C) Estación Juncos, noviembre de 1997.

En los años posteriores, se instalaron más estaciones de monitoreo sísmico para abarcar distintos flancos y niveles de altura, tanto en las laderas del volcán como en áreas circundantes. Además, se inició el monitoreo de deformaciones en el edificio volcánico, la medición de gases mediante métodos directos e imágenes satelitales, y el muestreo de agua de los manantiales cercanos para analizar sus características químicas. También se incorporaron sensores sónicos para detectar la energía de las explosiones, cámaras de visualización diurna y nocturna (de acceso público), el uso de imágenes a través de percepción remota, para la detección de anomalías térmicas, la detección y seguimiento de nubes de ceniza, así como arreglos sísmicos temporales para estudiar la sismicidad asociada al movimiento del magma, entre otras variables volcánicas de interés.



Figura 4. A) Puesto Central de Registro en el Cenapred en 1997. B) Puesto Central de Registro en Cenapred en 2000. C) Sismogramas con actividad del 2000.

### El sistema de monitoreo y su desarrollo tecnológico

El Cenapred mantiene y opera una compleja red de instrumentos y sistemas de telecomunicaciones instalados en un radio de 20 km. En sus inicios, los primeros sismómetros eran analógicos, transmitían datos al Cenapred mediante telecomunicaciones adaptadas a radios de voz y registraban la información en papel, de ahí el nombre de sismógrafo (figuras 5a y 5b). Del mismo modo, la primera cámara utilizada para observar el volcán era analógica y sólo capturaba imágenes diurnas. Para detectar explosiones importantes, se empleaban micrófonos convencionales, aunque estos tenían limitaciones.

El desarrollo tecnológico de los últimos 20 años, es decir, en el cambio del paradigma de lo analógico a la fase digital implicó una reingeniería de la infraestructura de monitoreo y, sobre todo, de un proceso obligado de aprendizaje técnico y científico para adaptar al sistema de monitoreo a nuevas herramientas de procesamiento y análisis digitales de señales. El resultado de esta nueva forma de monitoreo que conlleva el incremento exponencial de la resolución, la memoria y la alta sensibilidad de los sensores para medir con mayor precisión y exactitud, aunado al ancho de banda de las telecomunicaciones digitales, se ha aprovechado de forma gradual en el Sistema de Monitoreo del volcán Popocatepetl (figuras 5 c y d).

Las nuevas herramientas de análisis digital han permitido observar señales que la tecnología analógica no permitía. Creció el número de señales y cada una con una amplia gama de frecuencias que han ayudado a las diversas áreas de investigación a caracterizar otras señales relacionadas con exhalaciones, derrumbes, tremor, además, sismos originados en el volcán, comúnmente conocidos como volcanotectónicos.

De forma paralela, los sistemas informáticos también se han actualizado con el paso de los años, hecho que ha significado un reto en la adaptación de software especializado, así como en la generación de nuevos programas para obtener y visualizar la información que se usa para el monitoreo del volcán.

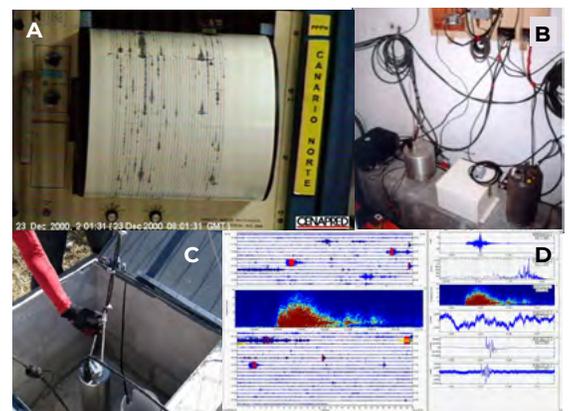


Figura 5. A) Sismograma analógico. B) Sensor analógico. C) Sensor digital de pozo. D) Sismograma digital.

A partir de 2019, la red de monitoreo del volcán Popocatepetl se ha convertido en una de las más completas a nivel mundial para un volcán activo. Se compone de 16 estaciones que cubren el monitoreo sísmico (13 sismómetros de banda ancha instalados a 3 y 5 metros de profundidad), monitoreo geodésico (7 estaciones del Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS, por sus siglas en inglés)), monitoreo visual (7 cámaras de alta definición con visión nocturna desde distintos ángulos), monitoreo de explosiones (3 sensores de infrasonido), monitoreo meteorológico (10 estaciones meteorológicas) y monitoreo térmico (1 cámara térmica de alta resolución).

En un futuro cercano, se espera que la colaboración con instituciones de investigación nacionales, como la UNAM, e internacionales, como el USGS, permita ampliar la red de instrumentos y emplear nuevas técnicas de medición, procesamiento y análisis de datos. Esto contribuirá a mejorar el monitoreo y los sistemas de alerta relacionados con la actividad del volcán.

La mayoría de los instrumentos operan de manera autónoma mediante un sistema de energía basado en celdas solares. Una red de comunicaciones digital transmite los datos en tiempo real al Laboratorio de Monitoreo de Fenómenos Naturales (LMFN) del Cenapred, donde se reciben más de 100 señales de estos instrumentos. Los datos son procesados, almacenados y publicados diariamente en el sitio web del Cenapred.



Figura 6. A) Estación Canario en diciembre de 2023. B) Juncos en diciembre de 2020. C) Tenenapanco en septiembre de 2024.

En el Cenapred, a través de las direcciones de investigación y de instrumentación, se realiza una labor permanente de monitoreo y vigilancia de la actividad del volcán Popocatepetl, la cual se lleva a cabo los 365 días del año, las 24 horas del día (figura 7). Durante más de 30 años, se ha vigilado la zona del volcán con el objetivo de analizar la actividad del volcán, que el Comité Científico Asesor emita las recomendaciones sobre el nivel del semáforo de alerta volcánica e informar oportunamente a las autoridades y a la población. Adicionalmente, la información generada por el sistema ha impulsado investigaciones, artículos científicos, publicaciones de divulgación, documentales y colaboraciones con medios de comunicación tanto nacionales como internacionales. (figuras 8 y 9).



Figura 7. Laboratorio de Monitoreo de Fenómenos Naturales.

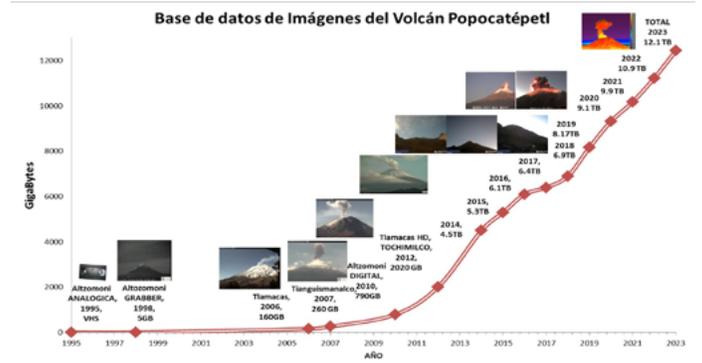


Figura 8. Crecimiento de la base de datos de Imágenes en los últimos años.

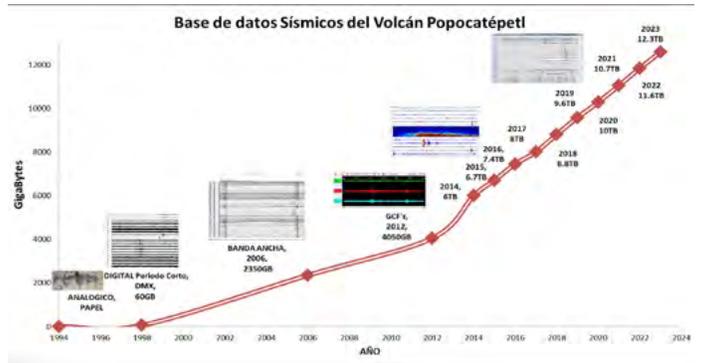


Figura 9. Crecimiento de la base de datos sísmicos en los últimos años.

### Importancia del monitoreo permanente del volcán

Uno de los objetivos principales del sistema de monitoreo es mantener a las autoridades gubernamentales debidamente informadas de cualquier cambio en el comportamiento del volcán. Para lograrlo, existe comunicación directa y continua con diversas entidades clave como el Centro Nacional de Comunicaciones y Operaciones de Protección Civil de la Coordinación Nacional de Protección Civil, con los Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, asimismo, trabajar de manera cercana con instituciones académicas, nacionales e internacionales para investigar el fenómeno.

Cabe mencionar que los datos generados en el LMFN son proporcionados directa y abiertamente a especialistas que analizan la actividad y, resultado de monitorear al Popocatepetl, todos los días se publica un reporte de las últimas 24 horas de la actividad del volcán, disponible para toda la población en el portal de internet del Cenapred.

Los reportes incluyen datos técnicos sobre la actividad volcánica, como el número de exhalaciones, explosiones, sismos volcanotectónicos y minutos de tremor registrados en las últimas 24 horas. Además, presentan un breve resumen de esta actividad, acompañado de imágenes y videos que destacan los eventos más relevantes durante ese periodo. También se incluye el nivel del semáforo de alerta volcánica.

El reporte también está disponible a través de un servicio de buzón de voz gratuito para toda la población conocido como Popotel. Es necesario señalar que, ante un cambio sustancial de la actividad del Popocatepetl, dicho reporte se actualiza las veces que sea necesario (figura 10). Esta información también se encuentra en los sitios oficiales del Cenapred, de la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC), de la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana (SSPC), así como en las cuentas oficiales de redes sociales.<sup>2</sup>

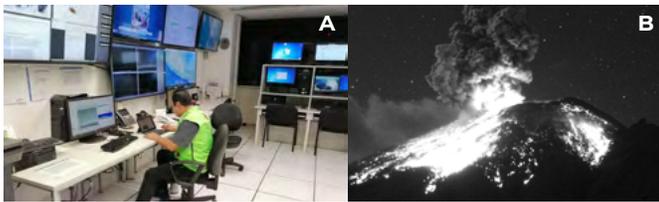


Figura 10. A) Monitoreo Nocturno en el LMFN. B) Explosión de enero de 2023.

El monitoreo de un fenómeno natural se convierte en una prioridad cuando existe el potencial de que afecte a la población. Es fundamental comprenderlo a profundidad, medirlo para establecer umbrales de aviso o alerta, y, por supuesto, comunicar esta información a las autoridades y a la población, de manera que puedan activar sus planes de protección civil.

Comunicar de manera oportuna a toda la población expuesta representa un desafío que exige un esfuerzo constante en la búsqueda de nuevos canales de comunicación y tecnologías que permitan llegar al mayor número posible de personas en riesgo. Todo ello sin descuidar las iniciativas locales destinadas a facilitar el acceso a la información por parte de la sociedad.

En los últimos 30 años de actividad del Popocatepetl, el monitoreo ha permitido detectar incrementos en su actividad, lo que ha permitido a las autoridades de protección civil elevar el nivel del semáforo de alerta volcánica y poner en marcha las acciones correspondientes del plan operativo del volcán. Estos cambios se dieron en los años 1997, 2000, 2012, 2013, 2019 y 2023. Esta información se difundió oportunamente a través de plataformas digitales y medios oficiales de la Coordinación Nacional de Protección Civil (figura 11). El trabajo coordinado entre instituciones gubernamentales, académicas y de protección civil comienza desde el primer dato recibido y entregado por el Sistema de Monitoreo del Volcán Popocatepetl.

<sup>2</sup> La población interesada puede consultar el reporte de la actividad del volcán Popocatepetl en el buzón de voz conocido como Popotel en el número 800 900 7070 y en las cuentas oficiales [www.gob.mx/cenapred](http://www.gob.mx/cenapred), [www.preparados.gob.mx](http://www.preparados.gob.mx), [@CNPC\\_MX](https://www.facebook.com/CNPCmx), [www.facebook.com/CNPCmx](https://www.facebook.com/CNPCmx), <https://www.gob.mx/sspc>, [@SSPCMexico](https://www.facebook.com/sspcmx), [www.facebook.com/sspcmx](https://www.facebook.com/sspcmx)

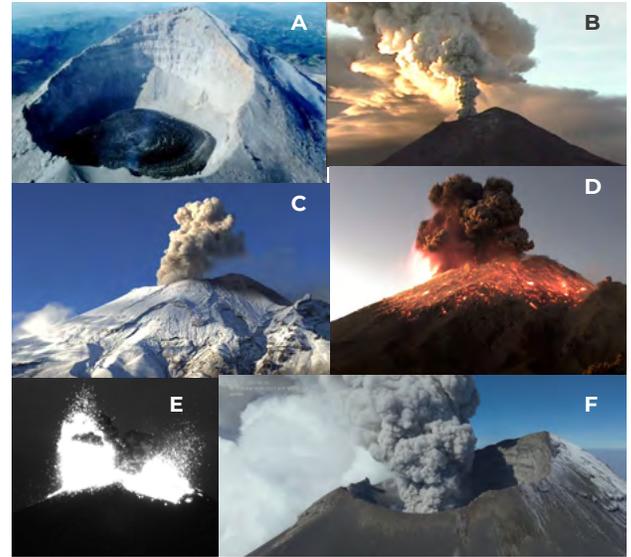


Figura 11. A) Domo de 1997 en el interior del cráter.

B) Emisión de ceniza en diciembre de 2000.

C) Emisión de gases en julio de 2019.

D) Explosión con fragmentos incandescentes en enero de 2020.

E) Explosión en la noche en septiembre de 2021.

F) Sobrevuelo al volcán con dron de la Secretaría de Marina en mayo de 2023.

Como se mencionó al inicio de este artículo, el Popocatepetl es uno de los volcanes de mayor riesgo en el país debido a la población e infraestructura expuestas, monitorearlo es de vital importancia mientras exista posibilidad de erupción.

Consecuencia de este episodio eruptivo, el cambio de tecnologías y sistemas informáticos ha exigido al personal que mantiene y opera el sistema capacitación constante y habilidad de adaptar los sistemas obsoletos a las nuevas tecnologías, lo que ha sido una tarea ardua porque en 30 años el sistema no ha dejado de operar ni un solo día.



Fuente: Cenapred

## Conclusiones

- A 30 años de la instalación del Sistema de Monitoreo del Volcán Popocatepetl, se han aprendido lecciones muy valiosas: desde las dificultades que surgen en el trabajo de campo, el progreso continuo que sugiere la tecnología en los equipos de medición e informáticos hasta trascender el paradigma que determina la manera de presentar los datos e información para buscar otro que permita un monitoreo en tiempo real desde cualquier lugar donde se encuentren las y los especialistas.
- Enfrentarse a la tecnología no es el único desafío que tiene el sistema de monitoreo; por el contrario, la coordinación y comunicación con las instituciones ha sido primordial para el éxito, ello ha requerido la constante revisión y ejecución de protocolos y procedimientos. A esto, es incuestionable el papel que desempeñan las tecnologías digitales en la difusión informativa, en los alcances que estas particularidades digitales proveen a la masificación del trabajo del sistema con el solo propósito de ayudar a la población y a las autoridades.
- Lo que nació como una red de instrumentos, hoy es un sistema de monitoreo completo, que permite tomar decisiones para emitir las alertas tempranas sobre la actividad volcánica. En esta labor, diversas instituciones, personas investigadoras, autoridades de protección civil federales, estatales, locales y la población misma han contribuido para mantener y fortalecer este sistema de monitoreo como el primer eslabón de la cadena de gestión del riesgo volcánico.
- Con el paso del tiempo, los avances tecnológicos constantes y dinámicos no sólo replantean la manera de medir los fenómenos naturales, sino también la forma de comunicar el riesgo. Por ello, el futuro de estos sistemas de monitoreo radica en automatizar procesos y lograr que los mensajes de alerta sean recibidos por la población en riesgo. El Cenapred está comprometido con la operación, mantenimiento y actualización de este sistema de monitoreo durante todo el tiempo que sea necesario. Este compromiso no se limita a una labor cotidiana ni a un objetivo meramente institucional, sino que, por encima de todo, refleja la responsabilidad, el compromiso y la misión que fortalecen el quehacer científico y social del Centro Nacional de Prevención de Desastres.

## Fuentes de consulta

- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2014). *Instrumentación y monitoreo del volcán Popocatepetl*.  
[https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/119-INFORME\\_TCNICOINSTRUMENTACIONYMONITOREODELVOLCNPOPOCATPETL.PDF](https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/119-INFORME_TCNICOINSTRUMENTACIONYMONITOREODELVOLCNPOPOCATPETL.PDF)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. *Semáforo de Alerta Volcánica (infografía)*.  
<https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/441-INFOGRAFIASEMFORODEALERTAVOLCNICA.PDF>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres/Universidad Nacional Autónoma de México. (1995). Volcán Popocatepetl. *Estudios realizados durante la crisis de 1994-1995*.  
<https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/149-1.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres/Universidad Nacional Autónoma de México. (2016). *Mapas de peligros del volcán Popocatepetl*.  
[https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/357-CARTEL\\_MAPASDEPELIGRODELVOLCNPOPOCATPETL.PDF](https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/357-CARTEL_MAPASDEPELIGRODELVOLCNPOPOCATPETL.PDF)
- Delgado, H., y Brugman, Monitoreo de los glaciares del volcán Popocatepetl. En Sánchez, T., y Zepeda, Ó. (eds.), Volcán Popocatepetl. *Estudios realizados durante la crisis de 1994-1995* (pp. 221-241). Centro Nacional de Prevención de Desastres/Universidad Nacional Autónoma de México.  
<https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/149-2.pdf>
- Espinasa Pereña, Ramón. (2012). *Historia de la Actividad del volcán Popocatepetl. 17 años de erupciones*.  
[https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/225-HISTORIA\\_DELAACTIVIDADDELVOLCNPOPOCATPETL-17AOSDEERUPCIONES.PDF](https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/225-HISTORIA_DELAACTIVIDADDELVOLCNPOPOCATPETL-17AOSDEERUPCIONES.PDF)

**\*Diana Marisol Vázquez Espinoza de los Monteros** es ingeniera Biónica y maestra en Ingeniería de Manufactura, especializada en automatización de procesos con algoritmos inteligentes por el IPN. Ha colaborado en artículos sobre procesamiento digital de imágenes, reconocimiento de patrones y redes neuronales artificiales. Colabora a nivel internacional con el USGS y observatorios vulcanológicos de América Latina. Actualmente es subdirectora de Monitoreo, a cargo del Laboratorio de Monitoreo de Fenómenos Naturales del Cenapred.

**\*\*Paulino Alonso Rivera** es Ingeniero Mecánico Electricista por la UNAM. Se ha desempeñado en áreas de instrumentación y monitoreo de fenómenos naturales. Actualmente es subdirector de Instrumentación y Comunicaciones, responsable de los departamentos de Instrumentación Sísmica, Hidrometeorológica, Volcánica y de Desarrollo e Innovación Tecnológica del Cenapred.

**\*\*\*Gilberto Castelán Pescina** es Ingeniero Mecánico Electricista por la UNAM. Ha participado en proyectos para desarrollar sistemas de monitoreo de fenómenos volcánicos y sísmicos. Desde 1997 forma parte del Cenapred, donde actualmente es director de Instrumentación y Cómputo.



# EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN EN CIUDAD DE MÉXICO: IMPORTANCIA EN LA GESTIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

Oscar López Bátiz\*, Juan José Gómez García\*\*, Osvaldo Contreras Reyes\*\*\*, Vanessa Yadei González Ángel\*\*\*\*.

## Resumen

La descripción de la evolución de los reglamentos de construcción que aquí se presenta se centra en el de Ciudad de México. Destacan los criterios generales de sismorresistencia relacionados con cada documento y su aporte en la reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones y, en consecuencia, la mitigación del riesgo como una de las acciones fundamentales de la prevención en lo que ahora conocemos como gestión integral del riesgo sísmico (GIR). En ese sentido, discutimos las variables que permiten migrar a un entorno de vulnerabilidad mínima aceptable y a una sociedad resiliente.

**Palabras clave:** Reglamentos de construcción, gestión integral del riesgo sísmico y resiliencia.

## Introducción

Reducir el riesgo de desastres (RRD) debe basarse en la gestión integral del riesgo que incluye ocho acciones clave: identificación de los peligros, prevención, previsión, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción. Por más de una década, el gobierno de México ha trabajado en la RRD y se ha concentrado en el riesgo sísmico al efectuar medidas para afrontar el impacto de terremotos similares al de septiembre de 1985.

Uno de los primeros resultados fue el Plan Nacional de Respuesta (PNR, DOF 2015), que integra los planes de emergencia y programas de prevención de diversas secretarías y de la administración pública federal. Cabe decir que dicho plan se enfoca en esencia en atender la emergencia y no considera las etapas de identificación de los peligros, previsión, prevención, mitigación, reconstrucción y recuperación para la reducción del riesgo sísmico.

En el sentido de allanar esa deficiencia del PNR, se han planteado estrategias tanto en el Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2006 (PEPyM, Cenapred, 2001), como en la *Guía para la Reducción del Riesgo Sísmico* (GRRS, Cenapred, 2020). Los reglamentos y normas de construcción desempeñan un papel importante al tomar en cuenta acciones estructurales y no estructurales para disminuir el impacto de un sismo y sus daños. A nivel mundial, el desarrollo de reglamentos y normas de construcción se ha basado en el estudio del peligro relacionado con fenómenos como los sismos y el viento, por ejemplo, al traducirlo en intensidades de diseño y en definir las características para que las edificaciones alcancen niveles de seguridad adecuados y

eviten daños graves o colapsos. Esto contribuye en acciones de prevención y mitigación, por lo tanto, con la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo.

## Breve análisis de la evolución de los reglamentos de construcción

En el ámbito internacional, los primeros datos sobre el estudio del peligro sísmico y su inclusión en propuestas reglamentarias de construcción fueron, principalmente, en Japón y en Estados Unidos de Norteamérica. En el caso de Japón, después del sismo de Yokohama en 1880, se fundó la Sociedad Sismológica de Japón. Más adelante, en 1892, se estableció el Comité Nacional de Investigación en Ingeniería Sísmica, y en 1911, el dr. Toshikata Sano introdujo el concepto de coeficiente  $c$ , de diseño por sismo (figura 1). Fue hasta 1924, después del gran sismo de Kanto, en 1923, que se instauró el primer valor para dicho coeficiente en Japón 0.1 (10 % de la aceleración de la gravedad, que actúa lateralmente en las edificaciones).

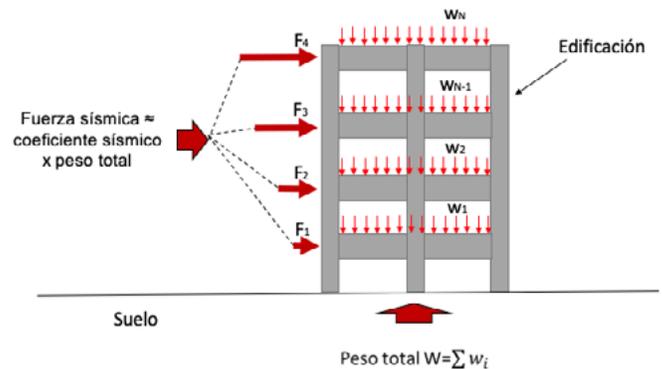


Figura 1. Representación esquemática del coeficiente de diseño sísmico. Las flechas rojas representan fuerzas actuantes

Estados Unidos, en un periodo similar a Japón (1879), creó el Servicio Sismológico (USGS, por sus siglas en inglés), el cual al inicio se enfocó en la clasificación del terreno, la estructura geológica y en la búsqueda de recursos minerales y agua, más que en la sismología.

El terremoto en San Francisco, en 1906, evidenció la falta de un código de diseño sismorresistente; posteriormente, el sismo en Santa Bárbara, en 1925, subrayó la necesidad de incorporar requerimientos específicos para este tipo de diseño. Con base en esto, en 1927, se establecieron las primeras recomendaciones normativas para diseño sísmico y el coeficiente de diseño por sismo igual a 0.075 (0.1 para suelos poco competentes). Los autores estadounidenses indican que es muy probable que esta propuesta se encuentre sustentada en las recomendaciones japonesas (Holmes, 2010).

En cuanto a México, de manera similar a los demás países con sismicidad importante, la evolución de los reglamentos de construcción ha respondido a la necesidad de generar y adaptar las normativas existentes a las condiciones del territorio y a eventos naturales, particularmente sismos, que generaron daños en Ciudad de México. La potencial vulnerabilidad sísmica de esta zona, debido a su ubicación, densidad poblacional, características del suelo lacustre y prácticas inapropiadas de construcción y supervisión adecuada, han sido factores clave en la creación y actualización del reglamento y las normas que lo complementan.

El primer reglamento de construcción en Ciudad de México, publicado entre 1920 y 1921, se centró en el ordenamiento territorial y urbano y estableció las primeras reglas para todas las construcciones en lo que entonces fue el Distrito Federal; sin embargo, no se incluyeron criterios de sismorresistencia. Fue hasta 1942 (DDF, 1942), cuando se incorporó por primera vez el coeficiente de diseño por sismo, asignándole un valor similar a las propuestas en Japón y Estados Unidos:  $c = 0.1$ ; no obstante, no se consideró la influencia del tipo de suelo en el diseño.

La siguiente modificación al reglamento surge a raíz del terremoto que sucedió en julio de 1957, conocido como el Sismo del Ángel. Este suceso evidenció la necesidad de precisar criterios de diseño sísmico basados en el tipo de suelo. Ante esto, se publicó una modificación emergente del reglamento (DDF, 1957), que consistió en incrementar los coeficientes de diseño por sismo y clasificar el territorio del entonces Distrito Federal en tres tipos de suelos: zona de lago (suelo blando), zona de transición (suelo intermedio) y lomeríos o lomas (suelo duro). Esta clasificación se ha mantenido con ligeros cambios hasta la actualidad (figura 2).

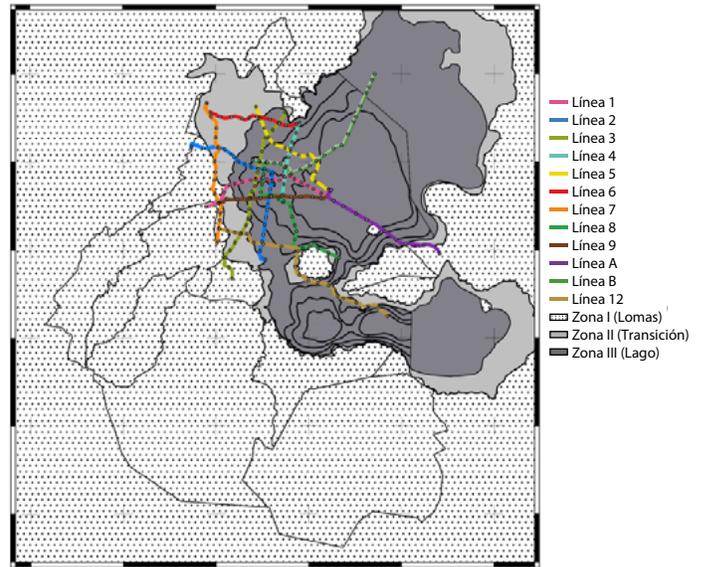


Figura 2. Comparación de las zonas geotécnicas con la actual Red de Transporte Colectivo Metro

En 1966 y 1976, el reglamento fue modificado gracias a los avances en la ingeniería sísmica mexicana. La versión de 1966 (DDF, 1966) incluyó el análisis dinámico de las estructuras; además, se incorporaron límites de desplazamiento laterales en el diseño y se aumentaron los coeficientes de diseño por sismo que alcanzaron un valor de 0.15 para la zona de lago. En el reglamento de 1976 (DOF, 1976) se introdujo el concepto de ductilidad, lo que permite un diseño que favorecía la disipación de energía sin colapso mediante la aceptación de daños controlados en las estructuras. También se añadieron al reglamento una serie de documentos específicos, llamados Normas Técnicas Complementarias (NTC) para los materiales de construcción como concreto, acero, madera y mampostería y se aumentaron los coeficientes de diseño por sismo a un valor de 0.24 en la zona de lago.

Después del sismo del 19 de septiembre de 1985, en un documento de emergencia, se modificó el reglamento (DOF, 1985), que restringía los criterios de análisis y diseño y aumentaba los coeficientes de diseño por sismo hasta un valor de 0.4 en la zona de lago. En 1987 y 1993 hubo actualizaciones que fortalecieron las NTC y, en consecuencia, las reglas de diseño de los elementos estructurales destinados al desarrollo de ductilidad y, además, a reducir los valores permisibles de desplazamientos laterales. No se hicieron modificaciones al valor del coeficiente de diseño por sismo. En 2004, se publicó una actualización al reglamento y sus NTC (GDF, 2004), que incluyeron requisitos más estrictos, particularmente, para estructuras irregulares y un coeficiente para diseño por sismo de 0.45 para la zona de lago.

El 19 de septiembre de 2017, un sismo de magnitud 7.1 sacudió a Ciudad de México, causó el derrumbe de alrededor de 50 edificaciones y, aunque la intensidad fue comparable al de 1985, el número de colapsos y el daño en general fue menor (Rodríguez, 2019). Ese año en las NTC se incorporó el uso de la microzonificación sísmica continua, en la que se consideró la variación del comportamiento del suelo con el uso de modelos más sofisticados. Esta información fue agregada en el Sistema de Acciones de Diseño (SASID)<sup>1</sup>.

Entre 2020 y 2023 se añadieron nuevos criterios de diseño basados en control de desplazamiento y daño, así como en explicar el origen del coeficiente de diseño por sismo. Debido

a este último aspecto, se reconoce que en algunas zonas de la ciudad se pueden presentar valores del coeficiente para diseño por sismo de 0.95 veces la aceleración de la gravedad.<sup>2\*</sup> En la figura 3 se muestra gráficamente la evolución del valor del coeficiente para diseño por sismo máximo de la zona de suelo blando en Ciudad de México, así como un ejemplo esquemático de diseño de una columna con los reglamentos de 1966, 2004 y 2023, respectivamente, en el que también se consideran las restricciones normativas y los incrementos del coeficiente sísmico. Se identifica claramente una tendencia creciente en el valor del coeficiente que exige estructuras más resistentes o más dúctiles para lograr comportamientos adecuados ante sismos.

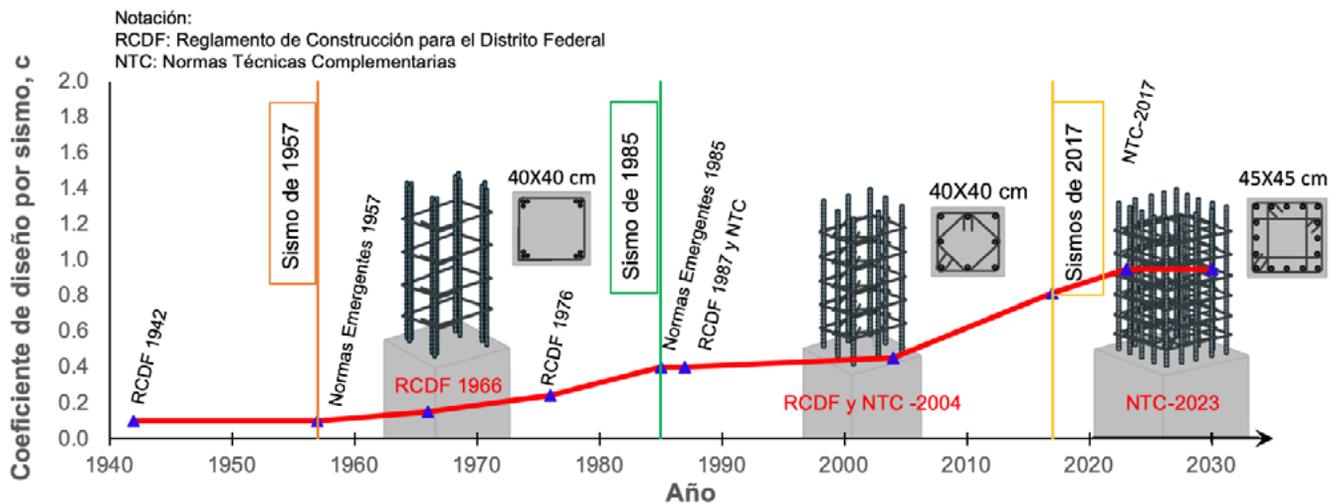


Figura 3. Evolución del coeficiente sísmico máximo en la zona del lago (suelo blando) de Ciudad de México

### Relación entre el cumplimiento de la reglamentación y el daño observado por sismo en el entorno construido

En nuestro país, desde los sismos de septiembre de 1985, se ha reportado con cierta recurrencia, por ejemplo, en Pérez Gavilán (2018), la relación entre el nivel y densidad de daño observado en edificaciones después del impacto de sismos, con el nivel de cumplimiento o incumplimiento de los reglamentos y normas de construcción; no obstante, no hay información estadística al respecto. En este sentido, en el trabajo de Eleftheriadou y Karabinis (2013) se hizo un análisis de edificios dañados por el sismo del 9 de septiembre de 1999, en Atenas. En este estudio, los autores identifican el nivel de cumplimiento reglamentario que tiene el universo de edificios y además los clasifican en cuatro niveles de daño: ligero, medio, severo y colapso. En la figura 4 se muestra la relación entre el nivel de cumplimiento reglamentario y el nivel de daño reportado por sismo en ese trabajo.

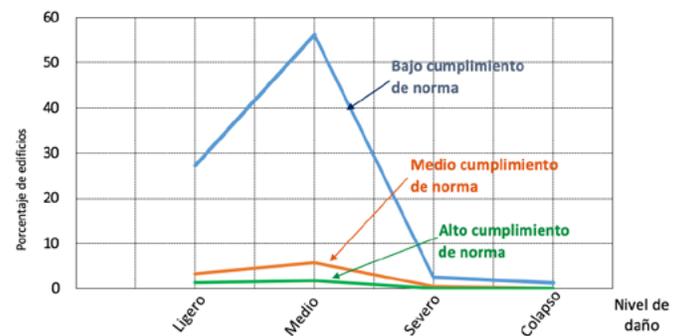


Figura 4. Relación entre nivel de cumplimiento del reglamento de construcción y daño reportado en el universo de edificación

Resulta evidente la necesidad de garantizar, como medida de prevención y mitigación del riesgo, que se cumpla la reglamentación y la normatividad en construcción, sobre todo, para edificaciones con niveles de daño medio (pérdida patrimonial entre 10 y 20 %), donde 56 % del universo de edificios presentó este nivel de daño, que corresponde a un pobre cumplimiento de la norma. Por otro lado, se observan porcentajes significativamente inferiores a 5.7 y 1.8 para edificios con nivel medio y alto de la normatividad, respectivamente.

<sup>1</sup> Al respecto, consúltese el Sistema de Acciones de Diseño, Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo de Ciudad de México 2023, disponible en <https://sasid.unam.mx/webNormasCDMX/>  
<sup>2\*</sup> Pensemos en un dispensador de agua con un garrafón de 20 litros. Debido a la gravedad, este garrafón ejerce un peso de 20 kg hacia abajo. Además de esa fuerza vertical, imaginemos que un sismo provoca que actúe una fuerza lateral equivalente a 95 % de ese peso (cerca de 19 kg correspondiente a  $c = 0.95$ ), el dispensador tendría que soportar simultáneamente la fuerza hacia abajo, como la fuerza que lo empuja hacia un lado al mismo tiempo.

En cuanto a los edificios que presentaron colapso, 1.26 % corresponde a edificaciones derruidas y se identificaron con bajo cumplimiento de la norma, mientras que para las edificaciones con un cumplimiento normativo medio se reportó 0.12 % y para las que tuvieron un nivel alto no se reportaron colapsos.

### **Papel de la gestión integral de riesgos**

De la revisión del efecto que ha generado el efecto de los fenómenos naturales recientes, tanto sísmicos como hidrometeorológicos, en diferentes partes del planeta, principalmente en México, es claro que en la mayoría de los municipios donde hubo mayores afectaciones no se contaba con normativa de construcción o no se encontraba actualizada. La falta de reglamentos de construcción y de su aplicación adecuada es un aspecto que resulta, entre otros factores, de no identificar plenamente los peligros, ello repercute directamente en las acciones de prevención, mitigación y reconstrucción, componentes básicos de la GIR. En este contexto, la elaboración de los atlas de peligros municipales, estatales o regionales puede desempeñar una función importante.

Aunado a lo anterior, los problemas de prevención y mitigación de riesgos se acentúan debido a una inadecuada cultura de diseño y construcción de viviendas sismorresistentes, además, a la

existencia de asentamientos humanos irregulares en zonas de moderada y alta sismicidad. Según lo establece Sánchez Alejandro (2013), la mayoría de las edificaciones para vivienda, de 60 a 70 %, se realiza mediante la autoconstrucción (figura 5). Por otro lado, en cuanto a los procesos de reconstrucción, la mayoría de las personas que recibe apoyos para ello no cuentan o no buscan la asesoría técnica necesaria de un ingeniero o arquitecto.



Figura 5. Asentamientos irregulares y de autoconstrucción en Ciudad de México. Fuente: Agencia NTMX, 2016

### **Conclusiones**

- Desde un enfoque de gestión integral del riesgo, es indiscutible la necesidad de plantear estrategias que permitan reducir el efecto de los fenómenos perturbadores, sobre todo, que estén sustentadas en información técnica para que se desarrollen reglamentos, normas y metodologías que tiendan a garantizar, al menos, dos aspectos:
  1. Que en todos los proyectos estratégicos de interés público necesariamente se evalúe el riesgo, lo cual está implícito al cumplir cabalmente con los reglamentos y normas existentes al momento de elaborar el proyecto ejecutivo antes de la construcción.
  2. Implementar acciones estructurales y no estructurales para mitigar los efectos de cualquier fenómeno perturbador en los bienes expuestos y sociedad en general, como la elaboración y/o actualización de los reglamentos de construcción y normas de diseño en seguridad estructural de edificación.
- Es indispensable regular la obligatoriedad del uso de reglamentos y normas de construcción en los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal para lo cual será necesario que la autoridad entienda enteramente el contenido de estos documentos, de lo contrario, no habrá manera de verificar su uso correcto. Con base en la experiencia de Ciudad de México, la creación de instituciones gubernamentales dedicadas a la revisión y gestión de las tareas de verificación de la seguridad estructural, como el Instituto para la Seguridad de las Construcciones, ha sido un intermediario eficaz entre el gremio técnico de la ingeniería y la ciudadanía a través del gobierno que lo representa. Asimismo, es fundamental impulsar la participación de sociedades técnicas y universidades locales para fortalecer este proceso.
- Con el propósito de fortalecer y lograr un enfoque también preventivo del PNR, es relevante formular proyectos similares al PEPyM (Cenapred, 2001) y a la GRRS (Cenapred, 2020), a través del Comité Nacional de Prevención para que, con un proceso de gestión adecuado, las propuestas se conviertan en acciones y logros tangibles.
- Finalmente, en relación con el contenido de los reglamentos y normas de diseño y construcción, los atlas de peligros y riesgos pueden constituir una fuente de información mínima que permita contar con los parámetros de intensidad de los fenómenos con los que se habrá de diseñar, construir y verificar la seguridad estructural de las edificaciones. Por otra parte, es importante que las características geométricas y mecánicas de los elementos y materiales que forman las estructuras sean definidas por grupos colegiados especialistas, sobre todo porque estos aspectos no están dentro de los alcances de los atlas de peligros y riesgos.

## Fuentes de consulta

- Acuerdo por el que se emite el Plan Nacional de Respuesta MX de la Administración Pública Federal. (DOF, 13 de noviembre de 2015). [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5415383&fecha=13/11/2015#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5415383&fecha=13/11/2015#gsc.tab=0)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2001). *Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2006*. [https://www1.cenapred.unam.mx/DIR\\_SERVICIOS\\_TECNICOS/SANI//PEPMDR2001-2006\\_75.pdf](https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_SERVICIOS_TECNICOS/SANI//PEPMDR2001-2006_75.pdf)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2020). *Guía para la reducción del riesgo sísmico*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/504486/Gu\\_a\\_RRS-Final.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/504486/Gu_a_RRS-Final.pdf)
- Decreto por el que se establecen las normas de emergencia en materia de construcción para el Distrito Federal. (DOF, 18 de octubre de 1985). [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4771203&fecha=18/10/1985#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4771203&fecha=18/10/1985#gsc.tab=0)
- Eleftheriadou, A. K. and Karabinis, A. I. (2013). Evaluation of Damage Probability Matrices from Observational Seismic Damage Data. *Earthquakes and Structures*, 4(3), 299-324. [https://www.researchgate.net/publication/241881386\\_Evaluation\\_of\\_damage\\_probability\\_matrices\\_from\\_observational\\_seismic\\_damage\\_data](https://www.researchgate.net/publication/241881386_Evaluation_of_damage_probability_matrices_from_observational_seismic_damage_data)
- Holmes, William, T. (2010). The evolution of seismic design provisions of U.S. building codes. *Proceedings of the 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering, July 25-29, Toronto, Ontario, Canada*.
- *Modificaciones al Reglamento de Construcciones y de los Servicios Urbanos en el Distrito Federal para prevenir los sismos*. Departamento del Distrito Federal. 1957.
- Pérez-Gavilán, J. J., et al. (2018). Sismicidad y seguridad estructural en las construcciones: lecciones aprendidas en México. *Salud pública de México*, 60(1), 41-51. <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/9300>
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Departamento del Distrito Federal. 1966.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. (DOF, 14 de diciembre de 1976). [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4858077&fecha=14/12/1976#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4858077&fecha=14/12/1976#gsc.tab=0)
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. (DOF, 3 de julio de 1987). [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4664221&fecha=03/07/1987#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4664221&fecha=03/07/1987#gsc.tab=0)
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 29 de enero de 2004). <https://www.transparencia.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5d3/620/ed4/5d3620ed48300396327208.pdf>
- Rodríguez, M. E. (2019), Interpretación de los daños y colapsos en edificaciones observados en la Ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 101, 1-18. <https://smis.mx/index.php/RIS/issue/view/121>
- Sánchez Alejandro, A. (2013), *Comportamiento sísmico de muros de concreto para vivienda* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM. [https://ri.unam.mx/contenidos/comportamiento-sismico-de-muros-de-concreto-para-vivienda-102983?c=X1m4Q0&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=0](https://ri.unam.mx/contenidos/comportamiento-sismico-de-muros-de-concreto-para-vivienda-102983?c=X1m4Q0&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0)
- El Sol de México. (2016, 13 de agosto). *Existen más de 850 asentamientos irregulares en la CdMx* [nota de prensa]. <https://oem.com.mx/elsoldemexico/metropoli/existen-mas-de-850-asentamientos-irregulares-en-la-cdmx-17089318?pollResult=308019>

\* **Oscar López Bátiz** es subdirector de Riesgos Estructurales en el Cenapred

\*\* **Juan José Gómez García** es maestro en Ingeniería Estructural por la UNAM. Actualmente forma parte del Cenapred como jefe de departamento de Infraestructura para la Prevención de Desastres.

\*\*\* **Osvaldo Contreras Reyes** es ingeniero civil por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional. Se desempeña en el Cenapred como investigador en el departamento de Infraestructura para la Prevención.

\*\*\*\* **Vanessa Yadei González Ángel** es ingeniera civil egresada del Instituto Tecnológico de México. Tiene el cargo de investigadora en el departamento de Normatividad y Asesoría Institucional del Cenapred.



Fuente: Cenapred



# DESASTRES Y FENÓMENOS RELEVANTES en México y el mundo\*

SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2024



**Estados Unidos de América**  
**Huracán Helene (Inundaciones)**  
 25-28 septiembre 2024  
 Muertes: 204  
 Personas afectadas: **sin dato**



**México**  
**Huracán John (Inundaciones y deslizamientos de ladera)**  
 24-27 septiembre 2024  
 Muertes: 8  
 Personas afectadas: **108,792**



**Estados Unidos de América**  
**Ciclón Tropical Milton (Inundaciones)**  
 9-10 octubre 2024  
 Muertes: 17  
 Personas afectadas: **1,013**



**Cuba**  
**Sismo 6.8 Magnitud**  
 10 noviembre 2024  
 Muertes: sin defunciones  
 Personas afectadas: **6,007**

**España**

**DANA-Depresión Aislada en Niveles Altos (Inundaciones)**  
 27 octubre – 4 noviembre 2024  
 Muertes: 223  
 Personas afectadas: **36,115**



**Nigeria**  
**Estampida en festival infantil**  
 18 diciembre 2024  
 Muertes: 30  
 Personas afectadas: **sin información**



**Nigeria**  
**Explosión de un camión de combustible**  
 15 noviembre 2024  
 Muertes: 170  
 Personas afectadas: **70**



**Djibouti**  
**Incidente de personas migrantes en altamar**  
 1 octubre 2024  
 Muertes: 148  
 Personas afectadas: **115**



**Isla Mayotte (territorio francés), Mozambique, Malawi, Comoras y Madagascar**  
**Ciclón Chido**  
 15 diciembre 2024  
 Muertes: 80  
 Personas afectadas: **701,021**



**Nepal**  
**Inundaciones y deslizamientos de ladera**  
 26 septiembre - 8 octubre 2024  
 Muertes: 268  
 Personas afectadas: **2,590,178**



**Filipinas**  
**Ciclón tropical Trami (Inundaciones y deslizamientos de laderas)**  
 21-24 octubre 2024  
 Muertes: 215  
 Personas afectadas: **7,135,088**



**Vietnam, Filipinas y Myanmar**  
**Tifón Yagi (Inundaciones y deslizamientos de laderas)**  
 1-13 septiembre 2024  
 Muertes: 838  
 Personas afectadas: **7,602,000**



**Corea del Sur**  
**Accidente aéreo**  
 29 diciembre 2024  
 Muertes: 179  
 Personas afectadas: **sin información**



**Vanuatu**  
**Sismo 7.3 Magnitud**  
 17 diciembre 2024  
 Muertes: 10  
 Personas afectadas: **80,200**

\* Nota metodológica:

La fuente de la información es la base de datos global EM-DAT que contiene información sobre la ocurrencia y los efectos de desastres en el mundo desde 1900 hasta la actualidad. Fue creada en 1988 y compila la información a partir de diversas fuentes, incluidas agencias de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), organizaciones no gubernamentales, compañías de reaseguros, institutos de investigación y agencias de prensa. Los datos son de acceso abierto para uso no comercial y son distribuidos por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de Desastres (CREP) de la Universidad de Lovaina de Bélgica.

Los datos que se muestran en el mapa se clasificaron de acuerdo con la Ley General de Protección Civil de los Estados Unidos Mexicanos. Fueron considerados los fenómenos de origen natural y antropogénico de gran impacto por mayor número de defunciones y población total afectada. La ubicación corresponde al sitio o área donde ocurrió el fenómeno. <https://www.emdat.be> (Última fecha de consulta 13 de enero de 2025).

Los datos para México provienen del Informe general de las acciones por el huracán John en Acapulco, Guerrero. Conferencia matutina, consultado el 28 de octubre de 2024.

# INUNDACIONES COSTERAS: MAREA DE TORMENTA

Carlos Baeza Ramírez\*

## Resumen

Los huracanes, categorías III, IV y V en la escala Saffir-Simpson (ESS), significan un riesgo alto en el país, principalmente, en zonas costeras densamente pobladas, no sólo por el viento y el oleaje que producen, sino por la acumulación de agua de mar. Este fenómeno natural, conocido como marea de tormenta (MT), ha cobrado miles de vidas humanas en varias partes del mundo. Conocer con antelación su posible magnitud permitiría salvaguardar la vida de las personas y cuidar sus bienes, además de planear medidas estructurales como obras hidráulicas, sobreelevación de viviendas o edificios nuevos; o bien, no estructurales como mejor ordenamiento territorial de playas o decisiones mejor sustentadas de la población y las autoridades ante un alertamiento por huracán.

**Palabras clave:** Huracán, marea de tormenta, inundación costera, ciclón tropical, medidas de mitigación, ordenamiento territorial.

## Introducción

La marea de tormenta es un fenómeno natural que incrementa significativamente el nivel del mar en áreas costeras, es ocasionada por los vientos intensos de los ciclones tropicales. En función de la topografía de la zona, haría que el agua de mar avance cientos de metros tierra adentro, provocaría inundaciones que afectarían a la población y a la infraestructura costera (Fuentes Mariles y *et al.*, 2006).

Además, es una de las principales causas de mortalidad relacionada con ciclones tropicales en el mundo. Uno de los ejemplos más reveladores de sus efectos es el ciclón *Bhola* de 1970, que impactó el territorio que ahora es Bangladés y dejó entre 300 mil y 500 mil muertes (Neil, L. y S. A., 1971). En el continente americano, en 1900, en Galveston, Texas, Estados Unidos, hubo un huracán con una MT donde se calculan 6 mil muertes (C. Donald, 2000).

En México se han registrado eventos importantes de marea de tormenta. Por ejemplo, el huracán *Gilbert*, en 1988, generó un aumento en el nivel del mar de hasta 1.75 metros en Puerto Progreso, Yucatán, como así lo documenta Rosengaus Moshinsky (1998); sin embargo, en lugares como Cancún, donde *Gilbert* impactó como categoría V, no fue posible registrar datos exactos debido a que la estación mareográfica fue destruida. Recientemente, el huracán *Otis* en 2023, que también alcanzó categoría V, afectó la costa del Pacífico mexicano y de igual manera no se logró registrar la sobreelevación del nivel del mar.

Ante el riesgo que representan estos fenómenos, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) ha desarrollado metodologías para estimar la altura de la marea de tormenta en diferentes escenarios, lo que permite a las autoridades identificar áreas de mayor riesgo. Estas metodologías, que

incluyen proyecciones sencillas hasta modelos hidráulicos bidimensionales, han sido aplicadas en zonas de alto riesgo como la desembocadura del río Pánuco y las costas de Cancún; sin embargo, se requieren datos detallados como la batimetría, el uso de suelo y modelos digitales de terreno, así como personal especializado y recursos computacionales avanzados.

El estudio de la marea de tormenta y la implementación de estas modelaciones permite a las autoridades locales prepararse mejor frente a los ciclones tropicales, minimizar los daños y proteger la vida. La investigación y sus aplicaciones en la planificación urbana y en la reglamentación de uso de suelo en zonas costeras se han vuelto fundamentales para la gestión de riesgos en México, donde cada vez más personas y sus bienes están expuestos a fenómenos naturales.

## El Cenapred y las modelaciones de marea de tormenta

El Cenapred ha propuesto diversas metodologías de estimaciones de altura de marea de tormenta. En 2006 se publicó la *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Fenómenos hidrometeorológicos*<sup>1</sup>, en la que se presenta un método simplificado con el que se evalúa la altura de la MT con ecuaciones sencillas que se resuelven con una calculadora científica. Las variables que se requieren son la presión en el centro del ciclón tropical, su velocidad de desplazamiento y la latitud en su centro. Estos factores están disponibles en el portal del Centro Nacional de Huracanes, en Miami, Estados Unidos.

Con dicha metodología, y considerando que la trayectoria del ciclón tropical impacte perpendicularmente las costas de

<sup>1</sup> Al respecto, véase Mariles, Ó. A. *et al.*, 2006. "Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta", en *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros. Fenómenos hidrometeorológicos*, pp. 221-293, disponible en línea en <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/63.pdf>

los municipios, se proyectó la altura de marea de tormenta máxima para todos los municipios costeros del país. Además, se determinó el tiempo promedio que pasa entre dos eventos de la misma intensidad para cada categoría de huracán en la ESS y de tormenta tropical, los cuales pueden ser consultados en el Atlas Nacional de Riesgos (figura 1), para que la población y autoridades locales, municipales o estatales conozcan el peligro al que estarían expuestos con la altura de inundación (Baeza Ramírez *et al.*, 2022).

Una vez que se ha señalado el peligro atenuado por inundación costera y, en consecuencia, por marea de tormenta, es factible identificar las zonas más vulnerables, así como la exposición de casas, negocios e infraestructura; finalmente, evaluar el riesgo por marea de tormenta, dicho cálculo se realiza a nivel de casa, como se describe en la aplicación de la metodología en Isla Arena, Calkiní, Campeche (Eslava Morales *et al.*, 2006).



Figura 1. Altura de MT (izquierda) y periodos de retorno (derecha) para huracanes 2 ESS publicados en el ANR (elaboración propia)

En las zonas más propensas a los ciclones tropicales y, por lo tanto, más peligrosas, el Cenapred ha realizado modelaciones hidráulicas bidimensionales para identificar áreas de inundación y evaluar hasta dónde llegará el mar tierra adentro, su altura y la velocidad; no obstante, este método requiere de personal altamente especializado. Además, se necesita información más precisa como los campos de viento<sup>2</sup>, el uso de suelo (INEGI,

2024), asimismo, se requieren representaciones digitales para observar los rasgos de la superficie del terreno y la profundidad del mar.

Carlos Baeza y Martín Jiménez (2019) identificaron las zonas donde han impactado huracanes categoría IV o V en la ESS; o bien, con índice de peligro muy alto por la presencia de ciclones tropicales. Destacan las zonas que a continuación se mencionan y de las cuales se realizaron estudios más específicos.

La vertiente del río Pánuco. Se planteó un escenario entre Tamaulipas y Veracruz en el que llegaría un huracán categoría 5 en la ESS hacia el sur de las ciudades cercanas a la desembocadura de dicho río. La intención de plantear un escenario de estas particularidades ha sido con el objetivo de provocar el mayor efecto de los vientos y un alto riesgo ante una inundación por marea de tormenta. Se propusieron algunas alternativas para la atención de la emergencia y se evaluaron los posibles daños en vivienda con el escenario planteado, el cual ascendería a 6600 millones de pesos, sin considerar daños y pérdidas en las instalaciones de los puertos de Tampico y Altamira ni en la refinería de Ciudad Madero (Baeza Ramírez y Jiménez Espinosa, 2019).

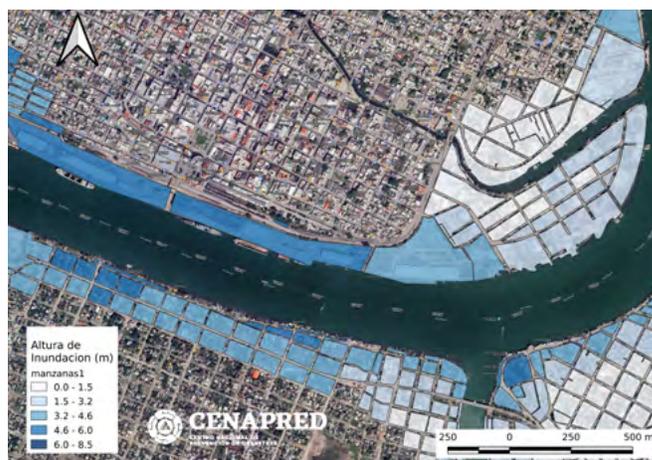


Figura 2. Posibles afectaciones por marea de tormenta en zonas habitadas cercanas a la desembocadura del río Pánuco (elaboración propia)

Las áreas inundadas e infraestructura que se dañarían en Cancún son carreteras, puertos y aeropuertos, afectaría también a la población, a sectores como vivienda, turismo, agricultura, ganadería, industria y demás servicios, además de generar enfermedades o epidemias. A partir de este análisis es posible determinar que la inundación afectaría la zona hotelera y, al considerar que su límite es la carretera Cancún-Tulum, las evacuaciones tendrían que realizarse con varios días de anticipación de acuerdo con los avisos de ciclones tropicales (Baeza Ramírez *et al.*, 2020).

<sup>2</sup> Como lo menciona Fuentes Mariles (2006), los campos de viento son representaciones espaciales de las velocidades del ciclón tropical. Permiten visualizar cómo las velocidades más intensas se concentran cerca del ojo del huracán, mientras que disminuyen gradualmente a medida que se alejan de él.

Por otra parte, se planeó el escenario del huracán *Kenna* en 2002. Con los resultados se identificaron las zonas más afectadas en las inmediaciones del río Ameca, entre las ciudades de Puerto Vallarta, Jalisco, así como Nuevo Vallarta y San Blas, Nayarit (Baeza Ramírez y Jiménez Espinosa, 2021).

Los trabajos mencionados sirven a las autoridades locales para conformar sus planes de contingencia, precisar zonas seguras y rutas de evacuación, así como identificar infraestructura dañada; además, con estos estudios se complementan los atlas municipales de peligros y riesgos.

En México se han realizado otros esfuerzos para estimar la marea de tormenta durante el ciclón tropical. Un ejemplo de esto es el trabajo del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM, que ha desarrollado una página web donde se consultan los pronósticos de viento, oleaje, lluvia y marea de tormenta, efectos relacionados con los ciclones tropicales (Grupo Interacción Océano-Atmósfera, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022). Estos datos se basan en el modelo ADCIRC de Luetlich y Westerink (1991)<sup>3</sup>, a través de este modelo, es posible consultar la marea de tormenta tanto en el Golfo de México como en el océano Pacífico, visualizando mapas que muestran la elevación del nivel del mar y la altura máxima que puede alcanzar.

### ¿Cómo la población y las autoridades pueden reducir daños por marea de tormenta?

Un ciclón tropical intenso produce múltiples efectos peligrosos de manera directa como inundaciones costeras, vientos fuertes y oleaje elevado. Por esta razón, poner en marcha los planes de emergencia de protección civil y complementarlos con un plan familiar es crucial para salvaguardar la integridad física de las personas y proteger sus bienes.

En estos planes es fundamental la participación y corresponsabilidad de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal). A nivel federal, el Sistema de Alerta Temprana por Ciclones Tropicales (SIAT-CT), a través del Sistema Nacional de Protección Civil (Sinaproc), publica alertamientos que llegan a las unidades de protección civil estatales y municipales, para garantizar una respuesta articulada.

A continuación, se enumeran algunas medidas que contribuyen a mitigar los daños por inundaciones costeras y vientos generados por ciclones tropicales:

1. Altura del piso en viviendas existentes. Las viviendas ubicadas en zonas costeras deben tener su piso elevado por encima de la altura de la marea de tormenta proyectada para el área, esto reduciría los efectos de inundaciones.

<sup>3</sup> A (Parallel) Advanced Circulation Model for Oceanic, Coastal and Estuarine Waters. Es un modelo numérico de circulación oceánica para simular ciclones, viento y marea, análisis de inundación y marea de tormenta, transporte larval; o bien, operaciones marítimas cerca de la costa (Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM, 2022).

2. Objetos sueltos en zonas costeras. Antes del impacto de un ciclón tropical es importante asegurar o retirar los objetos sueltos de patios y zonas costeras para prevenir daños materiales ocasionados por el arrastre del viento o agua.
3. Anclaje de embarcaciones. Las embarcaciones situadas cerca de viviendas en zonas costeras deben ser ancladas adecuadamente para impedir que el oleaje o la marea de tormenta las desplace.
4. Refugios comunitarios. Por cada cuadra, al menos una vivienda debe contar con un cuarto construido con materiales resistentes y losa para funcionar como refugio temporal durante un ciclón tropical. Este espacio puede proteger tanto a personas como bienes materiales.
5. Conservación de la vegetación costera. Mantener la vegetación natural en las zonas costeras ayuda a amortiguar la erosión de las playas y reduce el impacto del oleaje.
6. Finalización de construcciones. Las viviendas en construcción que cuenten con una habitación de materiales resistentes deben terminarse lo antes posible, esto permitirá cumplir con el punto cuatro para que sirvan de refugio y protejan los bienes materiales ante la llegada de un ciclón.
7. Protección contra vientos. Las ventanas de las viviendas deben contar con protecciones adecuadas, taparlas con hojas de triplay o de otro tipo de madera; o bien, como una solución más efectiva, con cortinas metálicas anticiclónicas para minimizar los vientos fuertes.
8. Refuerzo de techos. En viviendas construidas con materiales endebles, es necesario reforzar los techos. Esto incluye verificar la conexión de las vigas de madera con los muros o postes de soporte y garantizar que los conectores (clavos, tornillos o birlos) cumplan con los estándares establecidos en los reglamentos de construcción.
9. Evitar techos de lámina. Se desaconseja construir viviendas con techos de ese material porque son fácilmente desprendidos por los vientos intensos.
10. Altura y materiales en nuevas construcciones. En construcciones futuras es esencial que al menos una habitación esté situada a una altura que supere la proyección de la marea de tormenta sobre el nivel del mar. Además, deben utilizarse materiales resistentes que soporten condiciones extremas.

Conocer los elementos que intervienen en la marea de tormenta y sus posibles consecuencias es fundamental para que las autoridades puedan reducir riesgos de manera efectiva. Esto incluye regular el uso del suelo en zonas proclives a inundaciones costeras. La planificación adecuada en estas áreas permite prever los daños potenciales y minimizarlos, especialmente, a través de medidas que garanticen la seguridad de las personas y la resiliencia de las infraestructuras.

## Conclusiones

- Continuar con la investigación de fenómenos de la marea de tormenta se vuelve una tarea primordial e impostergable por dos factores: primero, porque es la principal causa de muertes relacionadas con ciclones tropicales en el mundo; segundo, la creciente exposición de la población y sus bienes en las zonas costeras de México incrementa la importancia de este fenómeno.
- En este sentido, precisar las áreas de inundación y sus respectivas elevaciones es crucial para determinar las zonas de riesgo, así como los recursos disponibles para auxiliar a la población. Por ejemplo, sería posible identificar hospitales fuera del área de riesgo, refugios seguros y vías de comunicación como carreteras, puertos o aeropuertos que se mantendrían funcionando, además de localizar las viviendas que deberían ser evacuadas.
- Las autoridades locales en zonas costeras deben integrar estudios de marea de tormenta en sus planes de contingencia y en la regulación de las construcciones. Es necesario considerar la altura de la marea de tormenta para evitar construir en áreas de riesgo o, en su caso, elevar las edificaciones para reducir el impacto.
- El reto de utilizar modelos bidimensionales es por la necesidad de información detallada, que en muchas regiones no está disponible, como topografía y batimetría, mareogramas, campos de viento y uso de suelo. Igualmente, se requiere personal especializado, sobre todo, porque los tiempos de cálculo son mayores en comparación con los métodos simplificados.
- La experiencia con el huracán *Otis* en 2023 reveló la importancia de estar preparados para eventos de extremo peligro como huracanes categoría 5, que anteriormente no se tenían registrados. Esto resalta la necesidad de que las autoridades locales, municipales y estatales consideren la posibilidad de inundaciones costeras en casi todas las regiones con costas, especialmente, en el océano Pacífico, donde existe mayor incertidumbre en los pronósticos y la climatología.

## Fuentes de consulta

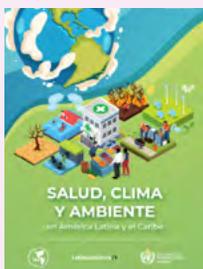
- Baeza Ramírez, C., Jiménez Espinosa, M., y Monroy Cruz, V. (2020). *Escenarios de inundación costera por huracanes para la implementación de planes de emergencia adaptados a las necesidades y particularidades sociales de la comunidad (1ª etapa)*. [https://www1.cenapred.unam.mx/DIR\\_INVESTIGACION/2020/1er\\_Trimestre/FRACCION\\_XLI/RH/200305\\_RH\\_MareaTormenta.pdf](https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2020/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/RH/200305_RH_MareaTormenta.pdf)
- Baeza Ramírez, C., Jiménez Espinosa, M., y Monroy Cruz, V. (2022). *Actualización de capas de índice de peligro y riesgo para el ANR por ciclones tropicales y marea de tormenta hasta 2021 y temperaturas extremas*. [https://www1.cenapred.unam.mx/DIR\\_INVESTIGACION/2023/1erTrimestre/Fraccion\\_XLI/RH/230222\\_RH\\_marea\\_de\\_tormenta-temperaturas\\_extremas.pdf](https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2023/1erTrimestre/Fraccion_XLI/RH/230222_RH_marea_de_tormenta-temperaturas_extremas.pdf)
- Baeza Ramírez, C., y Jiménez Espinosa, M. (2019). *Análisis de eventos hidrometeorológicos extremos: impacto de un huracán intenso en ciudades costeras*. [https://www1.cenapred.unam.mx/DIR\\_INVESTIGACION/2109/FRACCION\\_XLI/RH/190226\\_Informe\\_MT.pdf](https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2109/FRACCION_XLI/RH/190226_Informe_MT.pdf)
- Bladé, E. et al. (2012). Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para el Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 30(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2012.07.004>
- C. Donald, Ahrens. (2000). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. Brooks/Cole Thomson Learning.
- Eslava Morales, H. et al. (2006). Aplicación de la metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta. Caso Isla Arena, municipio de Calkíni, Campeche. En V. Ramos (coord.), *Fenómenos hidrometeorológicos*. <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/375/1/images/americmt.pdf>
- Flores Corona, L. et al. (2006). Evaluación de la vulnerabilidad de la vivienda ante sismo y viento. En V. Ramos (coord.), *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro y riesgo* (pp. 75-143). Cenapred. [https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Guia\\_Basica\\_Atlas\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_Vulnerabilidad\\_Fisica\\_y\\_Social.pdf](https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Guia_Basica_Atlas_Evaluacion_de_la_Vulnerabilidad_Fisica_y_Social.pdf)
- Fuentes Mariles, Ó. A. et al. (2006). Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta. En V. Ramos (coord.), *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros. Fenómenos hidrometeorológicos* (pp. 221-293). Cenapred.
- Grupo Interacción Océano Atmósfera, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM. (2022). *Marea de tormenta*. <https://pronosticos.atmosfera.unam.mx/operativo/index.php/marea-de-tormenta>
- Grupo Interacción Océano Atmósfera, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM. (2022). *ADCIR*. <https://pronosticos.atmosfera.unam.mx/operativo/index.php/informacion-de-modelos/62-adcir>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). Geografía y medio ambiente. Uso de suelo y vegetación. <https://www.inegi.org.mx/temas/usuarios/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019, junio). *Continuo de elevaciones mexicano y modelos digitales de elevación*. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp>
- Luettich, R., y Westerink, J. (1991). A Solution for the Vertical Variation of Stress, other than Velocity, in a Three-Dimensional Circulation Model. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 12, 911-928.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2019, agosto). *Grid Extrac*. <https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/wcs-client/>
- Neil, F., y S. A., H. (1971). The Deadliest Tropical Cyclone in History? *Bulletin of the American Meteorological Society*, 52(6), pp. 438-445. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1971\)052%3C0438:TDCIH%3E2.O.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1971)052%3C0438:TDCIH%3E2.O.CO;2)
- Rosengaus Moshinsky, M. (1998). *Efectos destructivos de ciclones tropicales*. Mapfre.

\* **Carlos Baeza Ramírez** es maestro en Ingeniería Hidráulica por la UNAM. Se ha especializado en hidrología, hidráulica y evaluación del peligro y riesgo asociado con ciclones tropicales. Ha trabajado en el desarrollo de aplicaciones relacionadas con alertamiento de lluvias, integrando el modelo de pronóstico GFS y análisis de periodos de retorno. Desde 2010 se desempeña en el Cenapred como jefe de departamento de Sistemas de Información Hidrometeorológica.

# NOVEDADES

## Publicaciones

### CAMBIO CLIMÁTICO



**Salud, clima y ambiente**  
 Editorial: Latinoamérica 21  
 Año: 2024  
 Número de páginas: 48



**Cambio climático, desastres y desplazamiento en el Norte de Centroamérica**  
 Editorial: MOVE-LAM  
 Año: febrero 2024  
 Número de páginas: 149



**Avances en el estudio de islas de calor urbano en América Latina**  
 Editorial: UNAM-CIGA  
 Año: agosto 2024  
 Número de páginas: 398



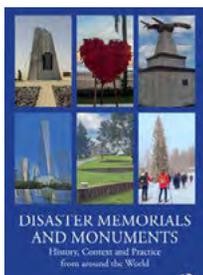
### ESTUDIOS Y MEMORIAS



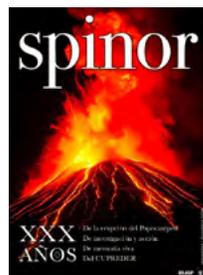
**Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2024**  
 Editorial: CEPAL  
 Año: agosto 2024  
 Número de páginas: 289



**Relaciones estudios de historia y sociedad (Vol. 45 Núm. 180)**  
 Editorial: El Colegio de Michoacán  
 Año: octubre 2024  
 Número de páginas: 235



**Disaster Memorials and Monuments History, Context and Practice from around the World**  
 Editorial: Routledge  
 Año: noviembre 2024  
 Número de páginas: 192



**Revista Spinor, Núm. 57**  
 Editorial: BUAP  
 Año: noviembre-diciembre 2024  
 Número de páginas: 90



### GESTIÓN INTEGRAL Y REDUCCIÓN DEL RIESGO



**Curva de aprendizaje en la gestión multidimensional del riesgo**  
 Editorial: Universidad Autónoma de Guerrero  
 Año: 2024  
 Número de páginas: 233



**La integración de la reducción del riesgo de desastres en la Agenda 2030**  
 Editorial: Gobierno Vasco  
 Año: abril 2024  
 Número de páginas: 30



**Fortalecimiento de la resiliencia a través de intervenciones para la reducción del riesgo de desastres y de sistemas de alerta temprana**  
 Editorial: Adaptation Fund  
 Año: agosto 2023  
 Número de páginas: 57



**Pautas para una recuperación y reconstrucción turística, resiliente e inclusiva**  
 Editorial: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México  
 Año: 2024  
 Número de páginas: 38





**Principios y componentes para planear la recuperación ante desastres**

Editorial: SURSA UNAM  
Año: Septiembre 2024  
Número de páginas: 96



**El riesgo y el desastre**

Editorial: RED GERIDE  
Año: 2024  
Número de páginas: 191

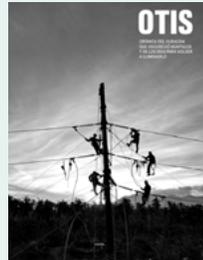


**HURACÁN OTIS**



**Huracán Otis en Acapulco, Guerrero**

Editorial: Universidad Autónoma de Guerrero  
Año: 2024  
Número de páginas: 181



**Otis, crónica del huracán que oscureció Acapulco y de los días para volver a iluminarlo**

Editorial: Comisión Federal de Electricidad  
Año: 2024  
Número de páginas: 80



**Acapulco, Guerrero, resiliencia ante el huracán Otis**

Editorial: Universidad Autónoma de Guerrero  
Año: 2024  
Número de páginas: 428



**EMERGENCIAS Y DESASTRES**



**2024 Guía de respuesta en caso de emergencia**

Editorial: Transportes de EEUU, México y Canadá  
Año: 2024  
Número de páginas: 392



**El desastre minero en el río Sonora: Alcances de los estudios sociales**

Editorial: El Colegio de Sonora  
Año: Agosto 2024  
Número de páginas: 174



**Psicología de las emergencias y desastres**

Editorial: Universidad Autónoma de Chile  
Año: 2024  
Número de páginas: 288

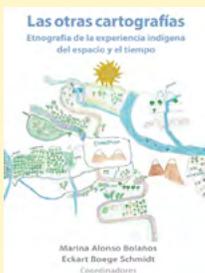


**Epicentros de una pandemia. La Geografía del COVID-19 en cifras**

Editorial: independiente  
Año: 2024  
Número de páginas: 376



**OTROS TEMAS**



**Las otras cartografías: etnografía de la experiencia indígena del espacio y el tiempo**

Editorial: INAH  
Año: 2023  
Número de páginas: 321



**Sequía en México**

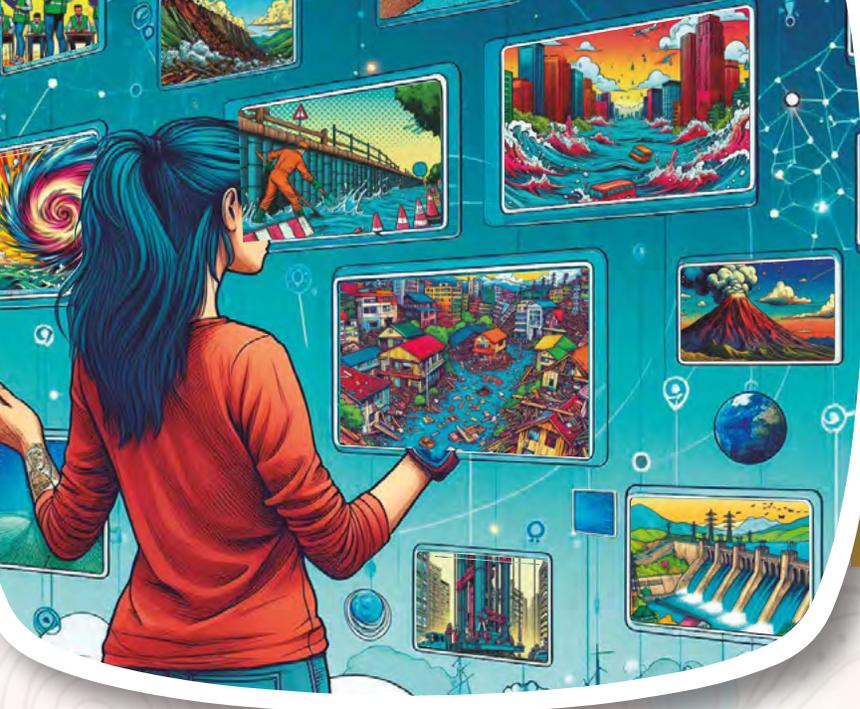
Editorial: UAM  
Año: Mayo 2023  
Número de páginas: 254



**El pie bajo su escombros**

Editorial: Ediciones Del Lirio  
Año: 2024  
Número de páginas: 64





El Centro Nacional de Prevención de Desastres [Cenapred] a través de la Escuela Nacional de Protección Civil [Enaproc], convoca al registro en

# CAMPUS VIRTUAL

Enaproc-Cenapred

**2025**

## Objetivo

Ofrecer a los participantes, conocimientos en los temas de Protección Civil y Gestión Integral del Riesgo, mediante un método de aprendizaje flexible y accesible.

**Modalidad:** En línea y autogestivos. Los cursos son temas independientes entre sí.

**Características:** Los cursos contenidos en la plataforma, en su mayoría son de nivel básico y algunos otros de nivel intermedio, que son recomendados para perfiles específicos.

**Duración:** Dependiendo del tema pueden oscilar entre 5 y 40 horas.

## Requisitos

- Equipo de cómputo o dispositivo (tableta o teléfono celular), con acceso a internet de 20 GB como mínimo.
- Dirección de correo electrónico personal. En caso de que dos usuarios tengan el mismo correo electrónico se tomará como válido el primer registro, dejando inválido al segundo.
- Recuerde que no hay prórroga para el registro.

Lea y escriba cuidadosamente cada apartado, ya que en caso de datos erróneos deberá seguir el proceso para su modificación.

## Registro

Si usted ya cuenta con usuario y contraseña, no es necesario registrarse nuevamente, solo debe esperar el periodo activo del Campus.

Este registro es independiente de cualquier otro programa de la Enaproc, incluido el TBGIR.

La plataforma cuenta con dos periodos de actividad al año. Las fechas correspondientes se detallan en la siguiente tabla.

Concepto	1er periodo	2do periodo
Periodo de registro	07 de enero al 07 de febrero	02 al 30 de junio
Envío de usuario, contraseña y apertura del campus	17 de febrero	14 de julio
Cierre del campus	30 de junio	30 de noviembre

El formulario de registro<sup>1</sup> estará abierto en el siguiente vínculo del 07 de enero al 07 de febrero o hasta alcanzar 3,000 participantes:

[Registro aquí](#)

Le recomendamos lea los Lineamientos del Campus, antes de proceder con su registro<sup>2</sup>.

Una vez enviado el formulario de registro, recibirá inmediatamente un correo de confirmación. Si no lo recibe, significa que no ha quedado registrado y deberá intentarlo nuevamente (en caso de no visualizarlo, verifique la bandeja de correos "No deseados").

En caso de cualquier duda, comentario o sugerencia, por favor, envíe un correo a [enaproc.capacitacion@cenapred.unam.mx](mailto:enaproc.capacitacion@cenapred.unam.mx), Indicando su nombre completo y la dirección de correo electrónico con la cual se registró.

## Mayores informes:

Subdirección de Capacitación en Protección Civil  
55 1103 6000 Ext. 72056, 72066 y 72058, [enaproc.capacitacion@cenapred.unam.mx](mailto:enaproc.capacitacion@cenapred.unam.mx)  
Horario de atención: Lunes a Viernes de 09:00 a 14:00 y 15:00 a 18:00 horas



# DÍA MUNDIAL DE CONCIENCIACIÓN SOBRE TSUNAMIS, 2024

5 de noviembre, Manzanillo, Colima

En el marco del Día Mundial de Concienciación sobre Tsunamis 2024, se llevó a cabo un Foro Internacional en el puerto de Manzanillo, Colima, que reunió a más de diez organizaciones públicas y privadas con un aforo de alrededor de 200 asistentes. Este evento de carácter interdisciplinario contó con la participación de expertos provenientes de México, El Salvador y Japón, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias para fortalecer las estrategias de prevención y respuesta ante este fenómeno.

Entre las personas asistentes destacó la presencia de autoridades de la Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA) de Manzanillo, Colima, quienes enfatizaron la importancia de la colaboración entre sectores para el fortalecimiento de la cultura de la prevención de las comunidades costeras.

Además del foro, se llevó a cabo el concurso infantil de pintura “*Tsunamis 2024*”, una actividad diseñada para sensibilizar a las nuevas generaciones sobre los riesgos asociados a los tsunamis. La participación fue notable, con cerca de 130 dibujos que reflejaron la creatividad y comprensión de niñas y niños acerca de la prevención de desastres por tsunamis.

Estas iniciativas resaltan el compromiso por fomentar una cultura de prevención en las costas mexicanas, promoviendo herramientas de preparación y estrategias efectivas para enfrentar los riesgos asociados a los tsunamis con el objetivo de fortalecer la gobernanza y el conocimiento del riesgo de las comunidades más vulnerables.



# LA GEOMÁTICA COMO HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN ANTE EL RIESGO DE DESASTRES EN CIUDAD DE MÉXICO

Oscar Daniel Rivera González\*

## Resumen

La geomática, entendida como el análisis de aspectos topográficos, edafológicos, hidrográficos, geológicos, geomorfológicos y geofísicos de los territorios a partir de procesos digitales es de gran importancia para la prevención de desastres. Observar primeramente el terreno por medio de la cartografía digital utilizando la geomática aplicada a los sistemas de información geográfica (SIG) permite comprender ciertos elementos con los que se trabaja. En este sentido, identificar y evaluar esos elementos geográficos es fundamental en la protección civil en México. La decisión de aplicar la cartografía por medio de la geomática en Ciudad de México se sustenta en cuatro variables: crecimiento urbano actual, zonas sísmicas, nivel de marginación socioeconómica y proyección del lago de Texcoco ante inundaciones. De este modo, el objetivo del artículo es mostrar que la geomática, primero, es una herramienta de prevención que es posible aplicar para enfrentar el riesgo de desastre y, segundo, es un recurso necesario que debe estar disponible para que las autoridades, y también la población, puedan utilizarla.

**Palabras clave:** Geomática, cartografía, prevención, riesgo, desastre, geografía.

## Introducción

Los fenómenos naturales provocan diversas afectaciones a diario en todo el mundo; sin embargo, la República Mexicana merece especial atención debido a que cada año inundaciones, socavones, fallas geológicas, sismos, huracanes, deslizamientos de ladera, entre otros más, provocan desastres. Ciudad de México no escapa a esta dinámica, observamos que esas problemáticas se vuelven aún más complejas por el alto grado de urbanismo que, según el crecimiento inadecuado en una antigua cuenca, provoca que ciertas amenazas vulneren la tranquilidad de las personas que habitan la ciudad y generen afectaciones debido al nivel de riesgos que existen (Rivera, 2019).

Es importante precisar que las amenazas identificadas como elementos naturales (sismos, fenómenos hidrometeorológicos, fallas geológicas, precipitaciones extraordinarias, erupciones volcánicas, entre otros) son aspectos que no es posible contener o detener; por ello, cuando se combinan con el grado de vulnerabilidad, que puede disminuirse con base en elementos de identificación cartográfica, económica, antropológica, trabajo de campo y entrevistas, es con el objetivo de minimizar dicha vulnerabilidad y que ello no se convierta en un riesgo mayor, simplificando la relación de que la amenaza más la vulnerabilidad crean riesgo.

Es tan heterogénea la geografía de Ciudad de México que la geomática, herramienta para geoprocesar<sup>1</sup> información del

territorio, registrará múltiples variables cuantitativas que, al identificarlas, analizando el medio físico y planificando las zonas de manera adecuada, determinarían posibles soluciones, medidas de prevención, corrección o reparación de daños (Meléndez de la Cruz y Alva, 2017).

Es importante aclarar que en diversas ocasiones no se encuentra la información cartográfica disponible en sitios especializados en internet, por lo cual, las personas investigadoras, trabajadoras o estudiantes, deberán crear su propia información, visitar la zona de estudio, levantar datos que posteriormente trabajarán con la geomática como herramienta para analizar datos espaciales y, con ello, complementar el trabajo preventivo cuando se visite la zona evaluada (Gómez, 2009).

## La geomática y la prevención de riesgos

La geomática integra sistemáticamente múltiples técnicas de análisis, principalmente, geográficas georreferenciadas y visualizadas con una computadora, lo cual podrá ser complementado con el uso de fotogrametría a partir de drones, fotogeografía, percepción remota<sup>2</sup>, entre otros elementos, con

1 Este concepto nos indica la manera de integrar datos cartográficos (puntos, líneas y polígonos) descargados de geoportales, o directamente en campo, a un Sistema de Información Geográfica (SIG) para visualizarlos espacialmente y, con ello, ejecutar posibles soluciones a cierta problemática urbana-rural.

2 Por fotogrametría, diremos que es el uso de drones para tomar fotografías del territorio y crear imágenes tridimensionales con rangos de error máximo de 1 metro en latitud, longitud y altitud. Con la percepción remota se obtienen imágenes de satélite, analizarlas e identificar problemáticas en la Tierra. La fotogeografía permite estudiar imágenes aéreas para reconocer características del territorio.

el propósito de estudiar diversas problemáticas a distancia y que dichos datos sean rectificados directamente con trabajo de campo.

Por lo anterior, su aplicabilidad y utilidad referida a la prevención de riesgos primeramente debe comprenderse como el uso de tecnología geográfica encaminada a la evaluación de elementos del territorio, que sean medibles a partir de bases cartográficas digitales que muestren aspectos alfanuméricos y datos de la geometría básica por medio de datos visualizados con la ayuda de puntos, líneas y polígonos conocidos como vectoriales; de datos tridimensionales obtenidos a través de satélites o drones llamados raster y, por último, a través de una técnica óptica que utiliza láser para obtener elementos cartográficos de la superficie terrestre en su latitud, longitud y altitud. A esta técnica se le conoce como puntos lidar.

La geomática es un recurso preventivo para identificar riesgos de desastre, es decir, conocer la zona precisa que será afectada. Algunos ejemplos son el situado y cálculo de volumen de la caída de material por deslizamiento de tierra, proyección de inundaciones considerando la hidrografía y topografía del lugar, fallas geológicas dependiendo de las afectaciones urbanas cartografiadas, trazado de rutas de evacuación ante alguna afectación de fenómenos hidrometeorológicos, entre otras amenazas que dañan territorios urbanos o rurales.

En este sentido, la población se beneficia al conocer a través de medios de comunicación o redes sociales la trayectoria de algún huracán, posibles zonas de deslizamientos de tierra, eventuales inundaciones en viviendas, entre otros eventos; sin embargo, el uso de la geomática debe ser difundido con el objetivo de que toda persona que habite algún lugar con cierto nivel de riesgo esté en posibilidades de reducir los efectos a su patrimonio y, sobre todo, proteger su vida.

Es importante puntualizar que con la geomática es posible desarrollar mejores protocolos de emergencia, medidas preventivas y correctivas, evaluar e identificar riesgos utilizando técnicas geoinformáticas que, al ser complementados con trabajo de campo, entrevistas y muestras de laboratorio para mapear con rangos de error mínimos, sean aplicados en partes de la República Mexicana donde las características geográficas sean similares a la zona de estudio.

**La geomática en Ciudad de México**

A continuación, se muestra el mapeo de cuatro variables relevantes que se identificaron en Ciudad de México para analizar la vulnerabilidad: crecimiento urbano, zonas sísmicas, nivel de marginación socioeconómica y proyección del lago de Texcoco en caso de inundaciones que, al visualizarlas en un SIG, es posible comprender de manera general el territorio y probables problemáticas.



Figura 1: Crecimiento urbano actual, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en fotointerpretación.

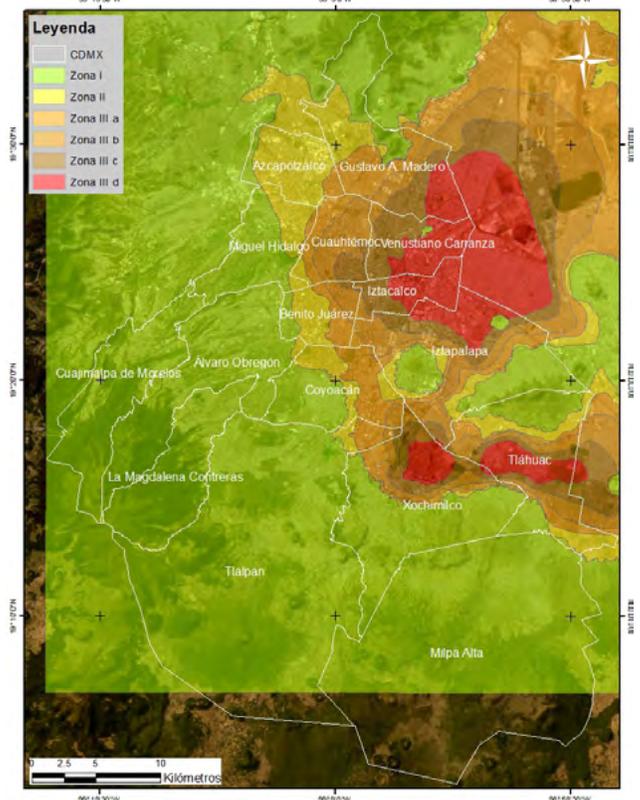


Figura 2: Zonas sísmicas, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en el Atlas Nacional de Riesgos, Sistema Nacional de Información sobre Riesgos, del Cenapred (2024).

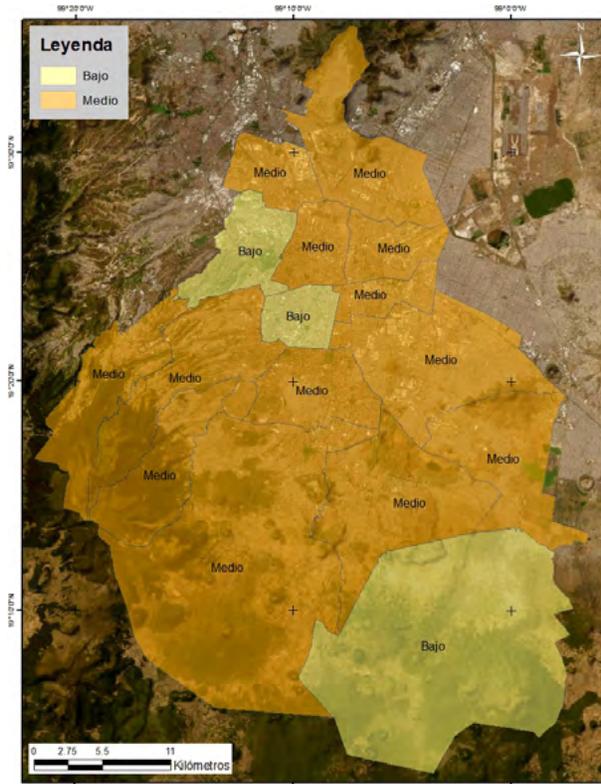


Figura 3: Nivel de marginación socioeconómica, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en el portal de información geoespacial, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, Conabio (2011)

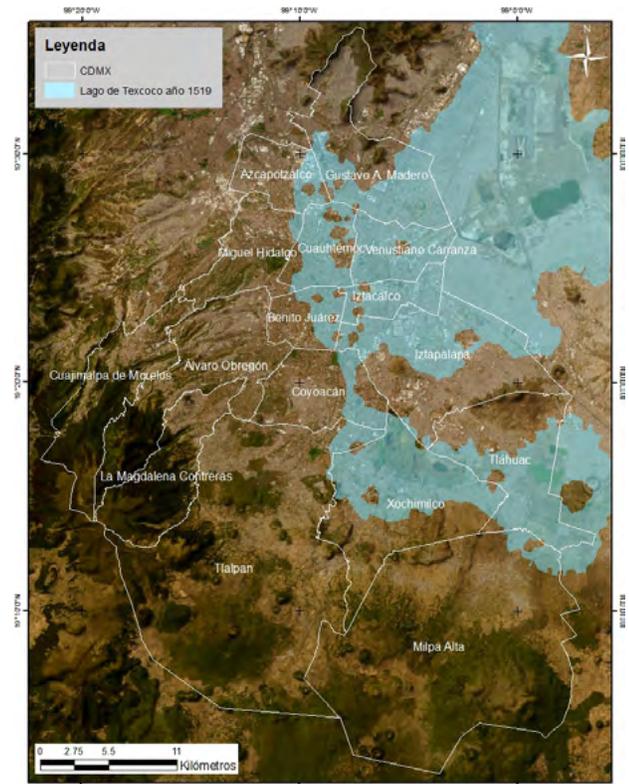


Figura 4: Proyección del lago de Texcoco ante inundaciones, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en fotointerpretación

Es importante precisar que la cartografía anterior será fortalecida al reducir su rango de error y añadiendo otras variables (índice de precipitación, topografía, grado de pendiente, deforestación, irregularidad del terreno, vulnerabilidad y socioeconómica) o problemas que impulsan los riesgos de desastre. Las capacidades de la geomática y sus disciplinas en las que se apoya para estudiar las variables y analizarlas son relevantes (Tapia, 2014); sin embargo, los datos tendrán que ser complementados directamente en territorio con el propósito de observar empíricamente la problemática y ser más precisos en las posibles soluciones para disminuir la vulnerabilidad.

Los múltiples desastres que suceden en Ciudad de México, en parte, son consecuencia de la forma de la superficie, que muestra el origen, modificación y comportamiento actual; en esencia, hablamos de su conformación geomorfológica. Al ser una cuenca, sus elementos de escabrosidad, pendiente, geología, estratigrafía, hidrografía y geomorfología la hacen un lugar poco propicio para la urbanización; por ello, es importante conocer estas variables con apoyo de la geomática para prevenir posibles desastres.

### Conclusiones

- La identificación de variables geográficas por medio de técnicas geoinformáticas precisa elementos que difícilmente podrían analizarse sin observar la totalidad del espacio geográfico. Es importante especificar que en la actualidad muchos de los datos que se ocupan para la gestión integral del riesgo están alojados en diversos geoportales (páginas electrónicas institucionales que exponen datos geográficos); sin embargo, es posible complementar esta información cuando la persona investigadora crea datos propios y realiza procedimientos de fotointerpretación, fotogeografía o teledetección para conocer el mayor número de variables para comprender la vulnerabilidad, mejorar la prevención y no sólo asumir una actitud reactiva.
- Las muestras de laboratorio y de otros datos de la zona estudiada complementarán la información. La geomática, en este sentido, se vuelve necesaria para comprender el territorio. La posibilidad de un desastre puede ser analizada para minimizar sus consecuencias sin olvidar que muchos de ellos provocan decesos y pérdidas económicas.

- Se concluye, entonces, que la geomática aporta elementos preventivos para reducir las secuelas de los desastres, lo que ahorra tiempo y costos en relación con el trabajo de campo que se ejecutaba en el pasado. Actualmente, hacer el trabajo cartográfico a través de una computadora reduce el tiempo porque, al descargar datos vectoriales (información visualizada por medio de puntos, líneas y polígonos) y raster (datos tridimensionales que son obtenidos por medio de satélites), aunado a las visitas a la zona de estudio, fortalece la información geográfica.
- El aporte de la geomática en la prevención de desastres e identificación de riesgos radicarán, primeramente, en identificar las características del espacio geográfico según los datos descargables de geoportales, ello implica información cuantitativa sobre curvas de nivel, niveles estratigráficos, uso de suelo, crecimiento urbano, permeabilidad del suelo, entre otros, que asimismo incorporan datos cartográficos importantes para disminuir la vulnerabilidad a partir de los elementos que componen la amenaza.
- La geomática se enfrenta al reto de fortalecer la cartografía digital que se utiliza en diversos geoportales para que sea de fácil acceso. En la actualidad su visualización requiere de computadoras, tablets o teléfonos celulares con gran capacidad de almacenamiento, así como especificidades técnicas que una computadora o celular básicos no poseen; por ello, la importancia de que las instituciones gubernamentales federales, estatales y municipales mejoren procedimientos básicos geomáticos con el objetivo de que cualquier persona pueda observar dicha información geográfica digital de manera sencilla.
- Es importante destacar que actualmente muchos elementos cartográficos ya han sido analizados por diversas instituciones gubernamentales y compartidos con la comunidad académica y población en general. Estos elementos exponen con múltiples niveles de detalle las características geográficas que podrán estudiarse para conocer el territorio; sin embargo, aún pueden mejorarse.
- Por último, es cada vez más común que las ciencias sociales, ambientales, médicas, físicas, etc., recurran a la geomática porque muchos de los problemas en Ciudad de México se comienzan a relacionar, de ahí la importancia de conocer desde el punto de vista cartográfico las dificultades que se deberán resolver, más aún cuando en la actualidad la multidisciplinaria, interdisciplinaria y transdisciplinaria son cada vez más recurrentes, siempre con el objetivo de precisar el riesgo de desastre.

### Fuentes de consulta

- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2024). *Atlas Nacional de Riesgos. Sistema Nacional de Información sobre Riesgos*.
- Geoportal del Sistema Nacional de Información y Biodiversidad-Conabio. (2011). *Portal de Información Geospacial (CONABIO, 2024). Datos geoportal*.  
[http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/pobla/indsol/gvul10mungw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/pobla/indsol/gvul10mungw)
- Gómez, R. (2009). Conceptos de Geomática y estudios de caso en México. *Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM*.  
<https://ulibros.com/index.php/conceptos-de-geomatica-y-estudios-de-caso-en-mexico-tao9c.html>  
<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>
- Meléndez, J., y Alva, M. (2017). Aplicaciones de la geomática para estudios sobre el medio físico y la planificación en la subcuenca de la quebrada Chucumayo Distrito Matucana, provincia Huarochirí, departamento de Lima. *Investigaciones Sociales*, 20(36), 95-104.  
<https://doi.org/10.15381/is.v20i36.12922>
- Rivera, O. (2019). Metodología y técnicas de la geomática aplicada en modelos de predicción real en zonas urbanas marginadas vulnerables a procesos gravitacionales, alcaldía Álvaro Obregón, CDMX, México. En Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C (Eds.). *Abordajes teóricos, impactos externos, políticas públicas y dinámica económica en el desarrollo regional* (103-119).  
<https://ru.iiec.unam.mx/4649/>
- Tapia, O. (2014). Avances en geomática para la resolución de la problemática del agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5(2), 131-148.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222014000200009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000200009&lng=es&tlng=es)

\* **Oscar Daniel Rivera González** es doctor en Urbanismo y profesor-investigador en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Autor de alrededor de 30 publicaciones entre revistas de investigación y capítulos de libros, además de conferencista a nivel internacional. Sus líneas de investigación son cartografía, geomática, riesgo urbano, riesgos diversos en las ciudades, planificación urbana y economía ambiental.

# VOCES DEL POPOCATÉPETL

- **Tres décadas de enfrentar retos, implementar innovaciones y hacer comunidad.**
- **30 años trabajando para que la población tenga la certeza de que el Cenapred está pendiente e informando a través de las autoridades de protección civil de manera oportuna.**

El Popocatepetl había dormido por décadas, pero el 21 de diciembre de 1994 marcó un cambio significativo en la vida de las personas que habitaban los estados aledaños a este coloso, principalmente Puebla, Morelos, Tlaxcala y Estado de México. Y es que, a principios de los años noventa, este volcán se había convertido en un lugar popular para excursionistas que buscaban escalar su glaciar y una oportunidad económica para quienes hacían de ese atractivo turístico su medio de sustento.

Aunque la actividad volcánica no llegó a niveles extremos en ese momento, la incertidumbre y la amenaza latente transformaron la vida cotidiana de la población. Desde entonces, se ha buscado que las personas aprendan a convivir con este fenómeno, adoptando medidas de prevención y trabajando junto a las autoridades para enfrentar los riesgos. ¿Cómo ha sido este proceso? ¿Qué experiencias se retoman a treinta años de convivir con la “montaña que humea”?

*PREVENCIÓN*, a través de las *Voces del Popocatepetl*, comparte con sus lectores algunos testimonios de mujeres y hombres que, desde el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y la Dirección General de Protección Civil, han contribuido a la generación del conocimiento para prevenir y salvaguardar la vida de la población y dan cuenta de esta labor a lo largo de 30 años.

## Tres décadas de observación

Hace 30 años el conocimiento sobre el Popocatepetl se basaba en estudios de campo e información histórica limitada. Hoy, la comprensión ha mejorado significativamente<sup>1</sup>. Al respecto, el Mtro. Carlos Gutiérrez, actual director de Investigación del Cenapred, destaca la importancia de los estudios en torno al volcán, incluso previo a su actividad. El Popocatepetl ya se encontraba en proceso de erupción, estaba “prendido”; aunque no se veían fumarolas ni alguna manifestación externa, ya había un proceso eruptivo, de acuerdo con la información detectada hasta ese momento por el Instituto de Geofísica de la UNAM.



*“Lo que sí se sabía desde ese tiempo es que el Popocatepetl es un volcán muy poderoso. Desde luego, empezamos el análisis con lo que en ese tiempo teníamos a la mano. Incluso relatos y crónicas que derivaron de códigos indígenas y de estudios hechos en el Instituto de Geofísica sobre los poblados e indicios de erupciones grandes en el pasado lejano, erupciones históricas, es decir, que ya habían sido presenciadas por el ser humano... Lo que sabíamos en ese entonces era poco, no sabíamos realmente lo que venía”.*  
*Carlos Gutiérrez*

<sup>1</sup> Se recomienda consultar el relato de la actividad del volcán Popocatepetl en la obra *Historia del volcán Popocatepetl. 17 años de erupciones*. Cenapred, 2012

El único precedente cercano y documentado en el país era la erupción del volcán Chichón en Chiapas (1982), un suceso dado en condiciones muy diferentes a las del Popocatepetl, en el terreno geológico, físico y social:

*“Entonces el contraste que me tocó ver es pasar de la poca diseminación del conocimiento, poca conciencia de un volcán activo de gran explosividad, como es el Chichón, contra lo que ahora vemos”.*

*Carlos Gutiérrez*

Actualmente, después de 30 años de investigación, se han tenido importantes avances en el análisis del volcán, pueden identificarse y analizarse diversos tipos de señales y manifestaciones, como la sismicidad, las explosiones y emisiones de ceniza, así como los flujos piroclásticos y lahars. Estos últimos, por su alto poder destructivo, requieren especial atención.

La labor de investigación que realiza el Cenapred no solo ha permitido identificar las áreas más vulnerables, plantear posibles escenarios y a partir de ellos que las autoridades puedan planificar su respuesta en caso de emergencias, también ha contribuido a ampliar la percepción del riesgo en la población y, para ello, el sistema de monitoreo del volcán Popocatepetl ha sido fundamental.



Apoyo de la población.  
Fuente: Cenapred

### Monitoreo del volcán Popocatepetl

El monitoreo del volcán Popocatepetl es una actividad ininterrumpida, constante y compleja, la cual se realiza principalmente a través de una red de estaciones de monitoreo que se encuentran alrededor del volcán. Este sistema es resultado de la colaboración entre el Cenapred, el Instituto de Geofísica de la UNAM y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS)<sup>2</sup>, su implementación y fortalecimiento ha sido un proceso desafiante, sin embargo, se ha llevado a cabo con el apoyo de las autoridades de las localidades aledañas y con las mismas comunidades. Al respecto, el Ing. Enrique Guevara, actual director general del Cenapred, describe esas vicisitudes:



*“Algo que recuerdo muy gratamente es el apoyo de la población de las comunidades cercanas: San Pedro Benito Juárez, Tetela del volcán, Amecameca, entre otras, ellos conocían todos los caminos y siempre nos apoyaron para subir. Se tuvieron muchas vivencias con los integrantes del equipo del Cenapred que íbamos a instrumentar el volcán en coordinación con el Instituto de Geofísica de la UNAM, lo que hizo que se crearan muchos lazos de amistad y fortaleciera el trabajo en equipo. Porque en esas condiciones adversas tienes que pensar en la seguridad de todos, entonces eso nos dejó muchas enseñanzas”.*

*Enrique Guevara*

La red de monitoreo es una herramienta clave, afirma la Dra. Alicia Martínez, subdirectora de Riesgos Volcánicos del Cenapred, quien considera que el éxito en su implementación radicó en la sinergia y el trabajo conjunto entre diferentes instituciones. Resalta cómo los institutos de Ingeniería y

<sup>2</sup> Se recomienda consultar el fascículo *Instrumentación y monitoreo del volcán Popocatepetl* (Cenapred, 2003)

Geofísica de la UNAM, conscientes de su importancia, habían instalado estaciones sísmicas en la zona en los años 1987 y 1989, lo que permitió facilitar el seguimiento de la actividad del Popocatepetl, pues sus registros brindaron información valiosa en el momento en que se inició la conformación del Comité Científico Asesor dando pie a la labor de análisis y monitoreo de manera sistemática:

El momento histórico en torno al volcán Popocatepetl era muy diferente al de 1982 con el Chichón; en 1994 ya existía un Sistema de Protección Civil en el país y la ciencia ya tenía su lugar imprescindible en materia de prevención, mismos que se han ido consolidando hasta la actualidad:



Imagen térmica del volcán.  
Fuente: Cenapred y la Universidad de Colima



*“Ya existe una estrategia, ya se tiene un comité científico asesor específicamente para el volcán, se tiene un semáforo y se tienen planes operativos. Hoy, en cada crisis del volcán, todos sabemos qué hacer, todos a trabajar, a analizar, a hacer un diagnóstico y ofrecer un pronóstico de la actividad del volcán...”.*

Alicia Martínez



Fuente: Cenapred

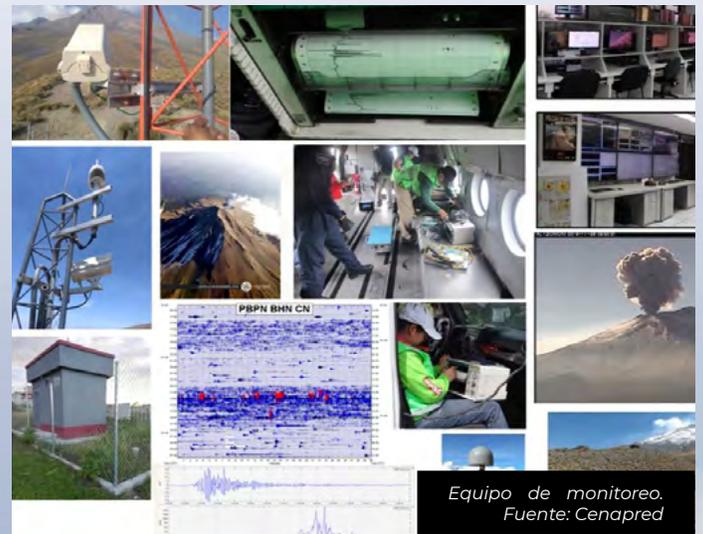
Es importante señalar que el comité científico asesor que sesiona en torno al volcán Popocatepetl fue pionero en su tipo. El “Comité científico asesor sobre fenómenos perturbadores de carácter geológico”, nombre oficial de dicho cuerpo colegiado, fue instituido legalmente el 6 de junio de 1995. Este comité, junto con los enfocados en fenómenos hidrometeorológicos, químicos, sanitarios y socioorganizativos, se creó mediante un Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación<sup>3</sup>.

### De lo analógico a lo digital en la investigación y monitoreo

La tecnología ha ocupado un lugar protagónico en este proceso de 30 años. Cuando inició el monitoreo del volcán Popocatepetl predominaban los instrumentos analógicos, pero con el tiempo se produjo un cambio significativo hacia lo digital. En ese sentido, el Ing. Gilberto Castelán, director de Instrumentación y Cómputo del Cenapred, recuerda los inicios del sistema de instrumentación:



Sesión del Comité científico asesor sobre fenómenos perturbadores de carácter geológico. Fuente: Cenapred



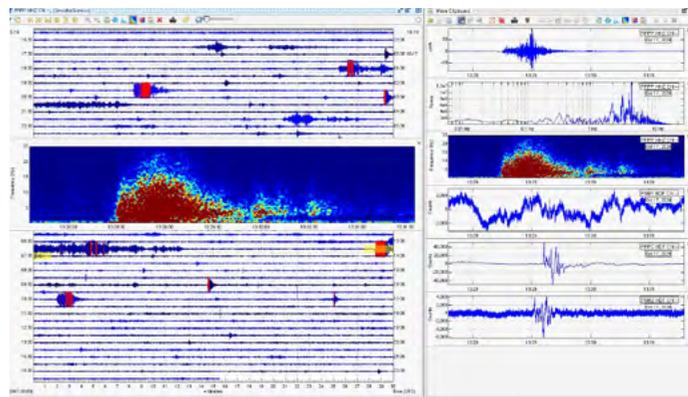
Equipo de monitoreo.  
Fuente: Cenapred

<sup>3</sup> Acuerdo mediante el cual se crean los Comités Científicos Asesores del Sistema Nacional de Protección Civil, como órganos técnicos de consulta en la prevención de desastres, originados por fenómenos geológicos, hidrometeorológicos, químicos, sanitarios y socio-organizativos, DOF 6 de junio de 1995.  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4875020&fecha=06/06/1995#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4875020&fecha=06/06/1995#gsc.tab=0)



*El primer equipamiento era una sola estación y dos computadoras, era lo único que llegaba a este Centro. En 1997, cuando ingresé al Cenapred, ya se habían empezado a colocar nuevas estaciones. Todavía prevalecía la tecnología analógica, pero se ha ido evolucionando, y ahora ya tenemos tecnología digital con una mayor precisión y exactitud, con la cual los investigadores pueden tener mayores elementos a la hora de hacer un pronóstico de lo que se espera para la actividad volcánica”.*

*Gilberto Castelán*



Registro sísmico.  
Fuente: Cenapred

El Dr. Ángel Gómez, experto en riesgos volcánicos del Cenapred, destaca la relevancia de la transición de lo analógico a lo digital en el estudio del volcán. Los avances tecnológicos han facilitado el acceso a información que anteriormente se obtenía solo mediante sobrevuelos en avionetas o helicópteros:

*“Las imágenes digitales muestran la forma externa del cráter, pero la información clave sobre lo que se encuentra en su interior era difícil de acceder. Ahora la tecnología nos permite con drones y con imágenes de satélite ver de manera casi frecuente, casi diaria, cómo son las condiciones en el sitio. Ese es un aspecto fundamental para identificar cuál es el nivel de peligro que tiene el volcán, por lo menos con lo que está dentro del cráter”.*

*Ángel Gómez*



GOBIERNO DE MÉXICO | SEGURIDAD | CNPC | CENAPRED

El principal desafío del monitoreo volcánico es proporcionar pronósticos fiables mediante una operación continua, las 24 horas del día, los 365 días del año, asegurando datos oportunos para alertar a la población. Esto es crucial para el Popocatepetl que muestra cambios constantes.



Estación de monitoreo a 2 km del cráter del volcán.  
Fuente: Cenapred



Inicios del Laboratorio de Monitoreo del Cenapred.  
Fuente: Cenapred

### Comunicar el riesgo volcánico y generar confianza

La comunicación del riesgo es fundamental para salvaguardar vidas, reducir daños y fomentar una gestión eficaz de los procesos. En el caso del volcán Popocatepetl, éste se ha desarrollado durante tres décadas con la colaboración de la comunidad, lo que ha permitido generar confianza en el trabajo del Cenapred:

*“En los años dosmiles, cuando trabajaba en la instalación de sitios de observación alrededor del volcán, recibí el apoyo de personal de protección civil de la localidad de San Pedro Benito Juárez, la persona que era encargada hablaba náhuatl. Me orientó y hablé con la comunidad. Con su apoyo dialogamos con las personas y les fuimos explicando dónde íbamos a colocar los instrumentos. Él se encargaba de traducir lo que yo decía.”*

**Ángel Gómez**

La falta de información y el miedo a lo desconocido pueden producir incertidumbre. Por ello la comunicación clara, la participación comunitaria y la transparencia son elementos clave. Al respecto, Gilberto Castelán destaca la importancia de incluir a las comunidades para generar confianza y el adecuado intercambio de información.

Una comunicación del riesgo efectiva implica la adaptación del lenguaje técnico a un nivel accesible. El monitoreo volcánico implica la labor de especialistas en Vulcanología, Sismología, Meteorología y otros campos del conocimiento, pero difundir la información que se genera desde diferentes disciplinas a todos los actores es crucial. Principalmente ofrecer a las autoridades datos precisos para que, a su vez, sean transmitidos a la población.



Invitación al conversatorio abierto al público.  
Fuente: Cenapred

Una de las recomendaciones más importantes a la población tiene que ver con verificar la información en todo momento, consultar fuentes oficiales y no dejarse llevar por rumores:

*“En el Cenapred buscamos ser responsables, hablar con transparencia, decir la realidad de lo que está pasando con objetividad. Se ha buscado esta forma de transmitir la información en lenguaje ciudadano, que la gente no se alarme, y sepa que aquí en el Cenapred estamos al pendiente y les informaremos a través de las autoridades de protección civil de manera oportuna para que puedan tomar acciones. A nosotros realmente nos preocupa su seguridad”.*

**Alicia Martínez**

Enrique Guevara resalta la necesidad de mejorar los canales de comunicación para informar adecuadamente a las comunidades.



Conversatorio “Popocatepetl: mitos y realidades”, 2024.  
Fuente: Cenapred

*“Se continúa trabajando en encontrar mejores formas de llegar a la población de las comunidades, y sobre todo a los grupos de la población que no tienen acceso a teléfonos celulares o a redes sociales. Tenemos que seguir impulsando estos mecanismos de comunicación para que, a través de las autoridades, llegue a la población que está en riesgo la información de una manera adecuada. Hemos avanzado mucho, pero también hay oportunidades de mejora”.*

**Enrique Guevara**

De acuerdo con el Ing. Oscar Zepeda, ex colaborador del Cenapred y actual director general de Protección Civil en la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC), ampliar la percepción del riesgo y fortalecer la comunicación dirigida a la población son algunos de los retos más importantes en torno al volcán:

*“Uno de nuestros desafíos es evitar que las personas se acerquen al volcán Popocatepetl. Hemos tenido casos en que las personas ascienden a pesar de que hay un riesgo muy alto, y aunque en general hemos permeado una cultura de la prevención y preparación en las cercanías, tenemos que seguir trabajando de manera permanente, para que la población y las autoridades locales conozcan el riesgo”.*

Oscar Zepeda



En el Cenapred se ha procurado el manejo responsable de la información y es importante destacar que los medios de comunicación, y las propias autoridades estatales y municipales, han sido aliados estratégicos en esta labor:

## Popocatepetl, un volcán en constante actividad eruptiva desde 1994



Gobierno de México

Seguridad



Muestra de mensajes para redes sociales.  
Fuente: Cenapred

*“En el año dos mil tuvimos una de las experiencias más grandes. Hubo un momento en el que las personas empezaron a confiarse. El volcán no emitía ninguna fumarola, estaba todo tranquilo; sin embargo, teníamos registros que mostraban una gran actividad y que estaba ascendiendo material al interior del cráter. Cuando esto ocurrió, se dio el aviso de la posibilidad de una gran explosión y se realizaron algunas evacuaciones. La gente no creía, pero a los pocos días, cuando más o menos se dijo que podía llegar la explosión, vino la misma y fue impresionante. Entonces escuché entre la población: “sí confiamos en el Cenapred, sí nos dicen la verdad”, obviamente fue una satisfacción saber que creen en la institución”.*

Gilberto Castelán

### Consolidación del sistema de monitoreo, un trabajo en equipo

Desde el reinicio de la actividad del volcán Popocatepetl, el sistema de monitoreo ha experimentado una evolución significativa y actualmente cuenta con dieciséis estaciones equipadas con cámaras de alta resolución, según el Ing. Paulino Alonso, subdirector de Instrumentación y Comunicaciones del Cenapred, quien afirma que durante estos 30 años la colaboración entre la academia y las autoridades ha sido clave para ello, pero la participación comunitaria ha sido fundamental:



*“A lo largo de estos años, quienes conformamos el grupo técnico de trabajo de campo hemos hecho amistades con personas que son líderes de estas comunidades, que entienden el fenómeno, que entienden esta necesidad de mantener informada a su población. Eso es lo más valioso, porque ellos, desde su perspectiva, desde su visión del fenómeno, buscan la transmisión del conocimiento que nosotros estamos generando”.*

*Paulino Alonso*



Personal del Cenapred y de la comunidad en visitas de mantenimiento.  
Fuente: Cenapred

La participación social no solo ha sido esencial para el mantenimiento de las estaciones, sino también para enriquecer esta labor técnica. Las comunidades que viven cerca del volcán tienen un conocimiento profundo del territorio, sus riesgos y sus recursos. Este conocimiento ancestral es invaluable para entender la actividad volcánica.

*“Entonces esta comunión entre la visión de las comunidades y la visión técnica operativa ha sido la experiencia más bonita que hemos tenido. Esto es un homenaje también para aquellas personas, mujeres y hombres, que han colaborado desde la comunidad con el Cenapred para mantener el monitoreo del volcán. Que han conciliado estos puntos de vista...”.*

*Paulino Alonso*



Fuente: Depositphoto

### Popocatepetl, fenómeno mediático

El Popocatepetl, cercano a Ciudad de México, una de las urbes más grandes del mundo, representa una amenaza para millones de personas en caso de erupción. Su actividad es monitoreada constantemente por los medios de comunicación, quienes siguen de cerca los reportes oficiales:



Entrevista en el Laboratorio de Monitoreo de Fenómenos Naturales. Fuente: Cenapred

*“El trato con los medios no es fácil. Las y los compañeros del Cenapred hemos aprendido a desarrollar la capacidad de explicar y transmitir el conocimiento. Eso es muy importante, pues nos hemos posicionado como una institución capaz de sintetizar y transmitir la investigación a todas las personas”.*

*Carlos Gutiérrez*

Como ocurre con otros fenómenos mediáticos, la cobertura del volcán Popocatepetl puede llegar a magnificarse. Las especulaciones sobre avistamientos y fenómenos relacionados generan desinformación e inquietud. Ante esto, el Cenapred se esfuerza por proporcionar información precisa y oportuna:

*“Con el sistema de monitoreo podemos detectar ciertos fenómenos. Hemos tenido algunas consultas donde nos preguntan ¿qué es esa luz?, ante ello, analizamos toda la información y resulta que fue un avión, un meteorito o posiblemente fue una mosca o un insecto en la lente de la cámara. Entonces mostramos los datos de lo que está ocurriendo en el volcán”.*

*Gilberto Castelán*

Es vital que el Cenapred ofrezca información precisa sobre el volcán Popocatepetl para mitigar la incertidumbre y la desinformación en la población. En definitiva, una comunicación clara y verificada es esencial para proteger el bienestar de la comunidad.

#### **Don Goyo y los retos en la gestión del riesgo**

El conocimiento científico obtenido del análisis de un volcán debe transformarse en información útil para las comunidades cercanas. En el caso del Popocatepetl, poco más de 25 millones de personas que se encuentran a sus alrededores. Aunque no se puede evitar la actividad volcánica, es crucial que las comunidades aprendan a convivir con ella y sepan cómo reaccionar ante las diferentes fases del volcán.

*“Comprender y dimensionar que en algún momento el volcán podría incrementar su actividad, lo que puede implicar una evacuación, y que la población esté consciente de cómo tiene que actuar”.*

*Enrique Guevara*



Fuente: Cenapred

**Prevención y preparación: labor de todos y todas**

Un desafío importante es que, tras años de actividad del volcán sin incidentes graves, la población puede llegar a subestimar el riesgo. Por ello, Enrique Guevara coincide en que es fundamental lograr una percepción adecuada del riesgo y construir la confianza de la comunidad, de modo que, al alertar sobre un aumento en el peligro, la gente actúe de manera oportuna.

*“Algo importante es crear comités comunitarios, que estén informados sobre la actividad del volcán, que sepan cómo responder, cómo convivir con el peligro volcánico. La participación ciudadana es muy valiosa”.*

*Enrique Guevara*



Organización comunitaria. Fuente: Cenapred

Es importante destacar que el volcán ha estado en actividad constante desde 1994 y no se sabe cuándo se calmará o si se verá un incremento repentino en su actividad. Tanto el Cenapred como las autoridades estatales y federales han insistido en que la población cercana debe comprender que viven junto a un volcán activo y con la posibilidad de desarrollar diferentes procesos eruptivos, por ello es fundamental estar preparado.

A diferencia de otros fenómenos naturales, la actividad volcánica tiene un incremento gradual que permite tomar medidas. Los planes operativos específicos para el Popocatepetl son esenciales, y la colaboración entre autoridades y la comunidad es crucial para gestionar el riesgo.

*“Es un volcán activo, nosotros no podemos evitar su actividad, pero sí debemos aprender a convivir con el fenómeno volcánico”.*

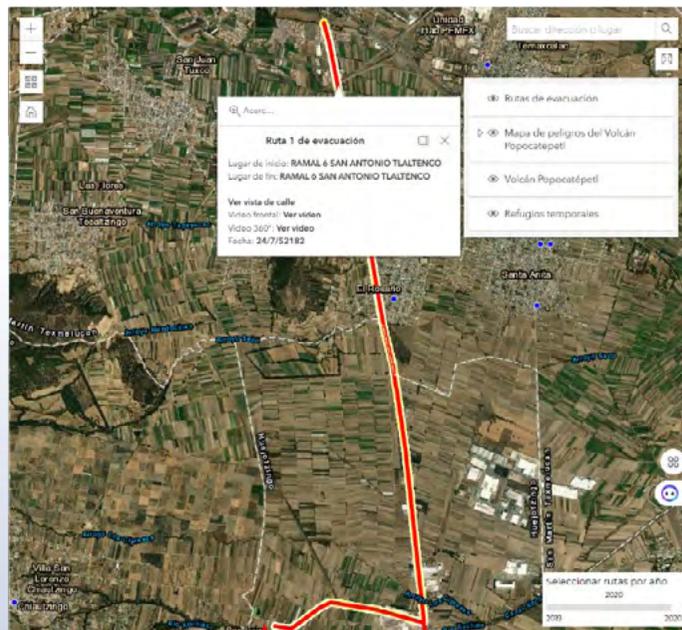
*Enrique Guevara*

De acuerdo con Oscar Zepeda, desde 2019 se han implementado mecanismos de actualización continua y en colaboración con los gobiernos de los estados circundantes al Popocatepetl se realizan revisiones periódicas.

*“Una de las cosas en las que se ha innovado en los últimos años es la grabación en video de las rutas de evacuación. En la página [www.preparados.gob.mx](http://www.preparados.gob.mx) está disponible la aplicación ‘Rutas de evacuación del Volcán Popocatepetl’, herramienta en la que la población puede revisar las rutas y el mapa de peligros e identificar la ubicación de los refugios temporales”.*

*Oscar Zepeda*

Esta herramienta *Street View* del Popocatepetl proporciona panorámicas a nivel de calle (360° horizontal y 290° vertical), permitiendo a las personas usuarias explorar las rutas de evacuación en las zonas seleccionadas y sus alrededores a través de ordenadores o teléfonos móviles.



Recorrido y videograbación de las rutas de evacuación. Fuente: DGPC-CNPC

La última erupción significativa que cambió el nivel de alerta volcánica ocurrió en 2023, lo que llevó a actualizar los programas operativos de las entidades federativas. Se realizaron reuniones técnicas para concientizar a las autoridades estatales y locales sobre la implementación de un programa especial de protección civil que evalúa rutas de evacuación y refugios temporales, además de definir las acciones de otros sectores:

*“Por ejemplo, se trabajó con el sector salud en términos de caída de ceniza, las secretarías que tienen que ver con el transporte, las dependencias a cargo de carreteras, movilidad o de comunicaciones, para determinar cuáles eran las mejoras que se debían de hacer desde su área”.*

*Oscar Zepeda*

La actividad volcánica de 2023 reveló el crecimiento poblacional alrededor del Popocatepetl, evidenciado por el aumento de viviendas y el tránsito vehicular durante recorridos con autoridades estatales y municipales. Las áreas que en 1994 eran mayormente rurales se han transformado en zonas semiurbanas, lo que demanda una revisión continua de las rutas de evacuación.

*“Se mejoró el conocimiento de las zonas y se ha logrado que las personas que trabajan en la operación, la coordinación y la atención de emergencias, tengan mejor información sobre los sitios dónde se pueden presentar los principales problemas en caso de una emergencia y de esta manera puedan evacuar correctamente”.*

*Oscar Zepeda*



*Colaboración con las autoridades de las entidades federativas.  
Fuente: DGPC-CNPC*

Para Oscar Zepeda la preparación es fundamental, para ello, se busca que la población participe en simulacros, capacitaciones colectivas y, sobre todo, establezca medidas de autoprotección la cual es la acción más eficiente para salvaguardar su vida.



*Camino a Xalixintla.  
Fuente: Cenapred*



Medición de la temperatura del domo del volcán.  
Fuente: Cenapred

### Tres décadas de un legado social

La experiencia con la erupción del Chichón en 1982, y la posterior reactivación del Popocatepetl en 1994, señalaron la necesidad de un monitoreo volcánico sistemático y una comunicación efectiva con la población. El Cenapred ha jugado un papel crucial.

En estas décadas las y los investigadores del Cenapred han adquirido experiencias valiosas que reflejan la intensidad y complejidad de la investigación y monitoreo volcánico, destacando la relevancia del trabajo en equipo y la dedicación requerida para enfrentar los desafíos planteados por la naturaleza:

La Mtra. Diana Marisol Vázquez afirma que el trabajo de monitoreo volcánico impacta la vida de las personas, motivando a las y los investigadores a trabajar con responsabilidad y dedicación para mejorar la percepción y seguridad de la comunidad.

*“Una de las experiencias que me marcó, ocurrió la primera vez que fui al volcán. Un niño se me acercó y preguntó si yo era del Cenapred, le comenté que sí y me dijo: ¡Ah, ustedes son los que nos avisan y nos cuidan! Fue ahí donde supe que mi labor tenía un valor muy alto y desde entonces trato de verter en mi trabajo y en mis compañeros esa responsabilidad y dedicación para tener un monitoreo de primer nivel”.*

*Gilberto Castelán*

Por otra parte, la interacción entre el saber científico, el conocimiento ancestral y la ética ambiental ha mostrado también la relevancia de cultivar una relación armoniosa y respetuosa con la naturaleza durante la labor investigativa:

*“Trabajar con la comunidad me enseñó lo que en muchos lados se repite: pedirle permiso a la montaña para trabajar sobre ella. O sea, dentro de todo el conocimiento que tiene uno, técnico y científico, también se tiene que aprender esa consideración: el respeto a la naturaleza”.*

*Ángel Gómez*

La colaboración y dedicación de diversas instituciones y personas en el monitoreo del volcán Popocatepetl han sido fundamentales. Es crucial apreciar el esfuerzo y contribución colectiva para fomentar la conciencia comunitaria:

*“Después de estos treinta años, puedo concluir que como mexicanos debemos de sentirnos muy orgullosos del trabajo que se ha realizado, no solo por el Cenapred, para monitorear un volcán tan grande y peligroso como es el Popocatepetl, reconocer también que es el trabajo de muchas personas en los estados de México, Puebla, Morelos, Tlaxcala y la Ciudad de México. Esfuerzo de instituciones públicas y privadas que trabajan en este monitoreo”.*

*Paulino Alonso*



Colaboración con las autoridades de las entidades federativas.  
Fuente: DGPC-CNPC

El propósito fundamental del trabajo en el Cenapred es proteger vidas y garantizar la protección de la población, lo que brinda una gran satisfacción al ver cómo esta labor beneficia a toda la comunidad:



*“Tener la satisfacción de que realmente lo que estamos haciendo, lo que estamos trabajando, es para ayudar a salvaguardar vidas, es algo completamente enorme. Soy ingeniera egresada del Instituto Politécnico Nacional y ‘La técnica al servicio de la patria’ es nuestra premisa y el Cenapred es un lugar en el que la ciencia y la tecnología están al servicio del pueblo... Eso me llena mucho de orgullo”.*  
 Diana Marisol Vázquez



Actividades en el Laboratorio de Monitoreo de Fenómenos Naturales. Fuente: Cenapred

## Las mujeres que vigilan al Popocatepetl

Cinco profesionistas mexicanas se encargan del análisis de la información y organización de todos los datos



Artículo del suplemento mensual 'Todas' del diario 'Milenio', publicado el 2 de febrero de 2014

A treinta años de actividad del volcán Popocatepetl, se debe destacar que el Gobierno de México a través del Cenapred ha realizado acciones concretas para la gestión del riesgo en torno al volcán Popocatepetl, entre ellas, destacan la investigación y análisis científico, el monitoreo continuo del volcán, la capacitación de autoridades locales, la asesoría y colaboración estrecha con los diferentes órdenes de gobierno para la oportuna toma de decisiones.

Mirando al futuro, el Cenapred continúa analizando las áreas de oportunidad que se enfrentan en la gestión de riesgos volcánicos, como el fortalecimiento de la infraestructura, el desarrollo de canales de comunicación para informar oportunamente a la población en zonas rurales (mejorar la infraestructura de alerta temprana) y la necesidad de fortalecer la coordinación interinstitucional.

**Para quienes colaboran en el Cenapred su labor es gratificante y el impacto positivo del trabajo en beneficio de la comunidad es satisfactorio, lo que genera un gran orgullo y motivación para seguir trabajando en pro de la sociedad.**



Documental  
 “Voces del Popocatepetl”  
<https://bit.ly/Popo30Aniv>

# NOVEDADES

Avances científicos  
y tecnológicos

## Inauguran tercera estación sismológica en el Parque Nacional Pico de Orizaba UNAM, septiembre de 2024



El Servicio Sismológico Nacional, la Universidad Veracruzana y el Cenapred inauguraron la tercera estación sismo-vulcanológica en el Parque Nacional Pico de Orizaba. Localizada a 4,170 metros sobre el nivel del mar realiza monitoreos geofísicos en el volcán Citlaltépetl.



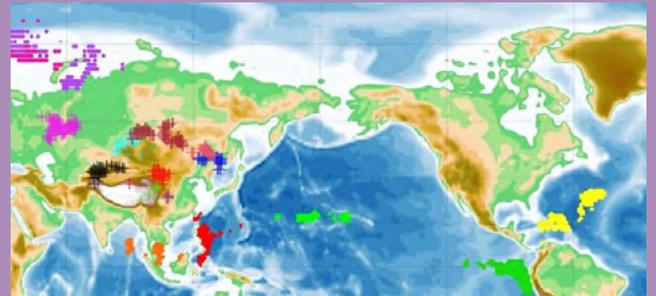
## La India combate la contaminación de sus ríos con barreras e inteligencia artificial AlphaMERS, D.C., septiembre de 2024

Un emprendedor indio desplegó más de treinta barreras flotantes capaces de recolectar hasta 22.000 toneladas de basura al año; 10 % de lo que atrapa son plásticos.



## Enfoques basados en inteligencia artificial, IA, para predecir olas de calor utilizando datos de nevadas Climate and Atmospheric Science, septiembre de 2024

Mediante las técnicas de IA, los científicos han encontrado teleconexiones entre nevadas en unos lugares y olas de calor en otros. Esta técnica permitiría predicciones de ciertos eventos extremos a largo plazo.



## Nuevo robot de construcción sin cemento a base de arcilla y lodo ETH Zurich, septiembre de 2024

Investigadores han desarrollado un proceso de impresión robótica rápida para materiales de construcción que no requieren cemento como la arcilla o el lodo.



## Ladrillos de vidrio tan resistentes como el hormigón MIT, septiembre de 2024

Ingenieros desarrollan ladrillos fabricados con vidrio reciclado impreso en 3D. Buscan reutilizar materiales empleados en la construcción para reducir el "carbono incorporado" de la industria de la construcción. Se busca que se parezcan a las piezas de LEGO.



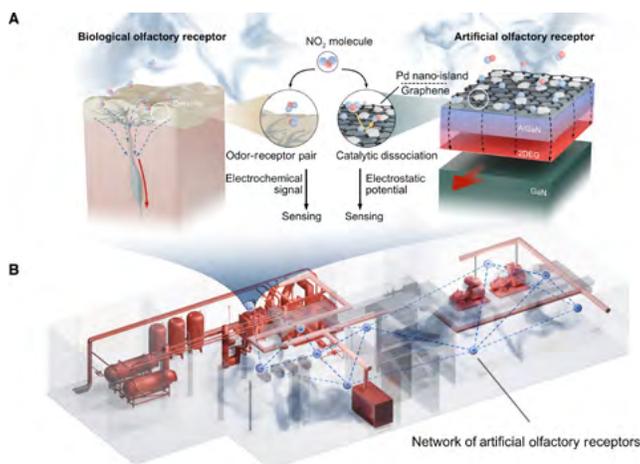


**Predecir la sequía con IA: el proyecto de tres jóvenes argentinos en el que se fijó la NASA**  
El País, octubre de 2024

Jóvenes argentinos fueron distinguidos por la NASA por el desarrollo de un modelo teórico que pueda mitigar riesgos hídricos. La iniciativa utilizó un Modelo Digital de Elevación del Shuttle Radar Topography Mission para delinear las cuencas de abastecimiento de agua, también del satélite de la NASA Landsat 8.



**Red de receptores olfativos artificiales para el monitoreo espaciotemporal de gases tóxicos**  
Science, octubre de 2024



Investigadores de la Universidad de Virginia desarrollaron un sistema basado en inteligencia artificial que imita el sentido del olfato humano para detectar y rastrear gases tóxicos en tiempo real. El sistema identifica rápidamente la fuente de gases nocivos como el dióxido de nitrógeno, que plantea graves riesgos para la salud respiratoria.



**Tecnologías ecológicas con impacto social**  
UNAM, noviembre de 2024

La estufa de la Unidad de Ecotecnologías es de ladrillo y cemento y lleva por nombre Patsari, palabra purépecha que significa 'la que guarda', en alusión a su cámara de combustión cerrada donde la leña arde de forma eficiente, sin que el humo escape hacia la vivienda. El diseño incluye una chimenea que dirige las emanaciones al exterior, donde se disipan y pierden por encima de los tejados.



**¿Cómo funciona el sistema de alerta de emergencias ES\_ALERT utilizado en la dana de Valencia?**

**The Conversation, noviembre de 2024**

El sistema de alerta de emergencias ES-ALERT, que no necesita app ni se puede desactivar, se trata del mejor mecanismo que han encontrado las autoridades para asegurarse de alertar al unísono a la mayor parte de la población ante la posibilidad de que suceda algún tipo de desastre que ponga en riesgo su vida, su integridad física o sus bienes.



**Nueva herramienta de IA genera imágenes satelitales de inundaciones.**  
MIT, noviembre de 2024



Científicos del MIT han desarrollado un método que genera imágenes satelitales del futuro para representar cómo se vería una región después de un posible evento de inundación. El método combina un modelo de inteligencia artificial generativa con un modelo de inundación basado en la física para crear imágenes realistas a vista de pájaro de una región, mostrando dónde es probable que se produzcan inundaciones dada la fuerza de una tormenta que se aproxima.

# IMÁGENES SATELITALES PARA ANALIZAR EL IMPACTO DE FENÓMENOS NATURALES. UNA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

Gustavo Yankarlo Domínguez Posadas\* y Fernando Silva López\*\*

## Resumen

Las imágenes satelitales son herramientas clave en la gestión de emergencias que ayudan a analizar los fenómenos naturales y los cambios en el territorio. En México, el Atlas Nacional de Riesgos (ANR), desarrollado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), concentra información geográfica y facilita la toma de decisiones mediante aplicaciones que monitorean fenómenos como huracanes, incendios y sismos. Programas internacionales como CHARTER y Copernicus fortalecen esta capacidad al proporcionar imágenes de alta resolución de situaciones de emergencia. Estos proyectos, que han permitido atender inundaciones y sismos, optimizan la respuesta nacional e internacional. El ANR no solo mejora la planificación y reacción ante emergencias, también promueve la preparación de la población. La integración de nuevas tecnologías busca perfeccionar este sistema, al generar datos más detallados y accesibles para lograr una gestión proactiva que beneficie a la población.

---

**Palabras clave:** Imágenes satelitales, fenómenos naturales, Atlas Nacional de Riesgos, CHARTER, Copernicus, Cenapred.

## Introducción

Las imágenes satelitales han transformado la forma en que enfrentamos el impacto de fenómenos naturales, al proporcionar información clave para monitorear, analizar y responder en casos de emergencia. Este artículo explora cómo estas herramientas son esenciales para identificar y mitigar los riesgos que se desprenden de fenómenos naturales como huracanes, incendios y sismos. En particular, se analiza el papel del Atlas Nacional de Riesgos (ANR) en México, una plataforma de información geoespacial al servicio de las autoridades y la población.

El artículo está estructurado en tres partes: primero, se describe el uso de imágenes satelitales en la gestión de emergencias; segundo, se destacan casos prácticos de su aplicación en México y en el ámbito internacional; tercero, se aborda el futuro de las imágenes. Este enfoque busca resaltar la relevancia de las imágenes satelitales como herramienta para la protección civil, la toma de decisiones y la construcción de comunidades más resilientes.

### La imagen satelital, un recurso necesario para gestión de emergencia

Las imágenes satelitales que originan los fenómenos naturales adquieren vital importancia en la gestión de emergencias, sin

dejar de lado, por supuesto, el monitoreo y la respuesta rápida en caso de desastres donde la generación de mapas cumple una función esencial. Las imágenes son obtenidas por sensores que están dentro de los satélites, capturan diferentes tipos de energía como luz visible y el infrarrojo que son emitidas y reflejadas por la superficie terrestre<sup>1</sup>. Con estas imágenes es posible obtener información de las características físicas de superficies grandes, lo que las convierte en una herramienta esencial para analizar cambios en el territorio como los que suceden durante un fenómeno natural.

Las imágenes satelitales integran y analizan información geográfica de distintos fenómenos naturales. En este sentido, el Atlas Nacional de Riesgos (ANR) es una plataforma que agrupa mapas elaborados a partir de esas imágenes para publicarlos en aplicativos que ayudan a las autoridades a evaluar y actuar rápidamente en situaciones de emergencia. La plataforma también destaca por publicar, analizar y difundir información geográfica. Se utiliza, asimismo, para monitorear riesgos y

---

<sup>1</sup> El espectro electromagnético abarca todas las formas de radiación que emiten y reflejan los objetos, desde las ondas de radio hasta los rayos gamma. Entre ellas, destacan la luz visible, que percibimos con los ojos, y el infrarrojo, una radiación relacionada con el calor que no es visible, pero puede detectarse con sensores especializados. Estas características permiten a los satélites captar información detallada sobre la superficie terrestre y los fenómenos naturales.

peligros a nivel nacional, lo que facilita decisiones y análisis de escenarios para mitigar daños.

En el ámbito internacional, desde agosto de 2021, el Cenapred es uno de los 94 usuarios autorizados de 83 países, lo que le permite presentar solicitudes de emergencia para activar la Carta Internacional Espacio y Grandes Desastres (CHARTER) cuando el país se encuentre en situaciones de desastres importantes. Esta opción supone el apoyo internacional para procesar datos y obtener imágenes satelitales de las agencias que sean miembros del programa. Además, colabora en el procesamiento de imágenes satelitales como proveedor de valor agregado y como gerente de proyecto que coordina los trabajos y la comunicación entre los encargados de procesar las imágenes y las agencias espaciales.

Otra iniciativa internacional importante es el Sistema Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA), proyecto fundamental con el que se obtiene información satelital y, a través del acceso libre a sus datos de observación de la Tierra, apoyar a países en emergencia. Finalmente, la participación del Cenapred al procesar imágenes satelitales durante desastres en otros países resalta el valor de herramientas como el Atlas Nacional de Riesgos para la gestión de emergencias en México.

### Programas internacionales de observación de la Tierra en la gestión de desastres

Los mecanismos internacionales que utilizan información satelital para atender emergencias como la CHARTER y el Sistema Copernicus están transformando la respuesta a desastres en México y en todo el mundo. Proyectos de colaboración nacional que generen información rápida y precisa se vuelven primordiales para nutrir aplicaciones web de monitoreo y prevención, así como para calcular los posibles daños a infraestructuras, a comunidades rurales y urbanas.

Hasta diciembre de 2024 fue activada 941 veces en 162 países en los que se utilizaron datos de 270 satélites situados en más de 35 constelaciones satelitales contribuyentes<sup>2</sup>. Además, el programa Copernicus es una fuente clave de datos geoespaciales basados en la observación de la Tierra. El Copernicus Emergency Management Service (CEMS) ofrece mapas de emergencia y productos de información que se han hecho a partir de datos satelitales para la gestión de desastres y crisis humanitarias.

El Cenapred, en su caso, ha podido acceder a imágenes satelitales de alta resolución y ha aumentado sus capacidades técnicas, ello ha permitido contar con información más minuciosa y actualizada de las zonas afectadas.



Fuente: Disasterscharter.org

### Monitoreo de fenómenos naturales: las imágenes satelitales en el Cenapred

En México, el Atlas Nacional de Riesgos que ha desarrollado el Cenapred es un instrumento importante para agrupar y visualizar información geográfica de riesgos y peligros en todo el país que ofrece información actualizada diariamente.

Una de las aplicaciones de mayor consulta es la de monitoreo y avisos de fenómenos naturales<sup>3</sup>, que incluye funciones como el tope de nubes, la detección de cenizas volcánicas, monitoreo de presas, velocidad de vientos, trayectorias de huracanes, incendios forestales, entre otros. Con esto es posible hacer análisis con un enfoque integral e identificar las relaciones entre los distintos fenómenos monitoreados y sus efectos sobre el territorio.

La información generada a través de imágenes satelitales es de gran utilidad porque las autoridades pueden diseñar planes de evacuación y coordinar estrategias de respuesta ante emergencias. Para la población, estos datos propician mayor conciencia y conocimiento de los fenómenos naturales y, por lo tanto, una preparación más adecuada para enfrentarlos cuando sea necesario.

### Monitoreo de incendios forestales

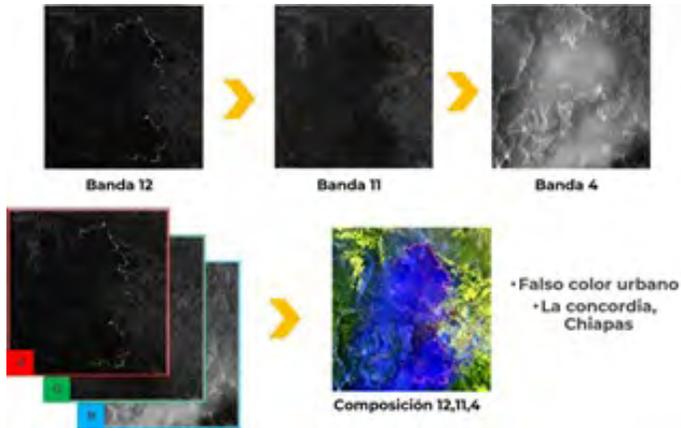
El aplicativo de monitoreo de fenómenos naturales ha incorporado nuevas características que mejoran la consulta de incendios activos a través de imágenes satelitales proporcionadas por la ESA. Estas imágenes se generan a partir de la ubicación de los incendios que comparte la Comisión Nacional Forestal (Conafor).

Este desarrollo se basa en peticiones al sistema Copernicus, que solicita datos satelitales para obtener imágenes según la ubicación del incendio. El resultado es una imagen compuesta que muestra el incendio activo y la superficie afectada.

<sup>2</sup> Al respecto, consúltese "About the Charter", en The International Charter Space and Major Disasters, disponible en <https://disasterscharter.org/web/guest/about-the-charter>

<sup>3</sup> Esta sección puede verse en <http://www.atlasonline.nacionalderiesgos.gob.mx/portal/MonitoreoSecretarioPublico/>

Este proceso identifica los píxeles relacionados con el fuego activo y puede procesar hasta 20 ubicaciones de incendios por día, dependiendo de las imágenes disponibles registradas por los satélites en la fecha de paso en la que se registró el evento.



Falso color urbano RGB (12,11,4) del incendio en La Concordia, Chiapas, el 21 de abril 2024

Los resultados se presentan en dos archivos: el primero es un PDF que detalla la zona afectada, incluyendo localidades cercanas, y una visualización clara de la situación; el segundo es un archivo KMZ que permite a las personas usuarias ver el incendio en vista plana o tridimensional mediante programas como Google Earth Pro, tanto en computadoras como en dispositivos móviles. Estos productos no requieren software especializado, lo que facilita el acceso y la visualización para el público en general sin necesidad de conocimientos avanzados.

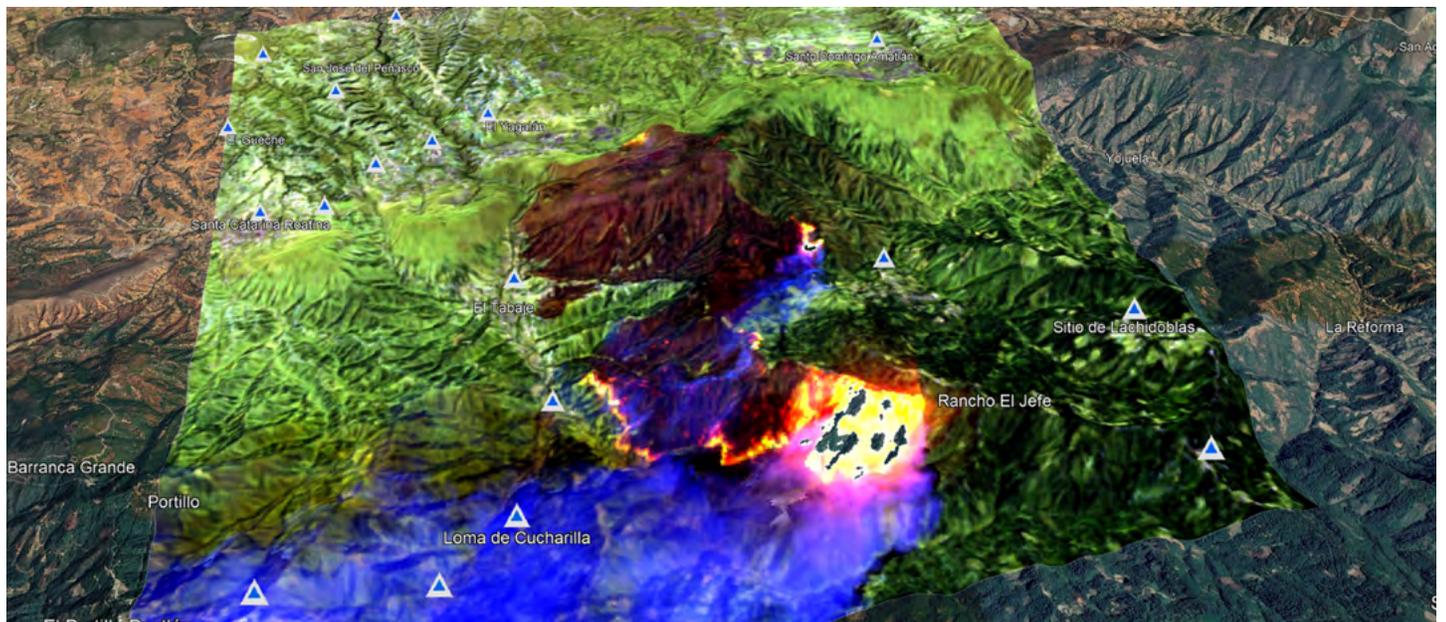
La herramienta de monitoreo del ANR busca que las autoridades de protección civil accedan a información de la ubicación y el área del incendio en el terreno. Es especialmente útil en condiciones adversas de visibilidad y acceso a las zonas afectadas. Debido a que el tiempo necesario para conseguir imágenes satelitales está determinado por las características de la órbita del satélite, existen limitantes en torno a la cantidad de imágenes disponibles, situación que requiere trabajar en la incorporación de fuentes de datos alternas para incrementar el periodo de observación del fenómeno.

Además de ofrecer datos en tiempo real, el ANR tiene diferentes ventajas: es de acceso libre, fortalece la capacidad de reacción ante desastres, la planificación es más informada y proactiva por parte de las autoridades y la sociedad civil.

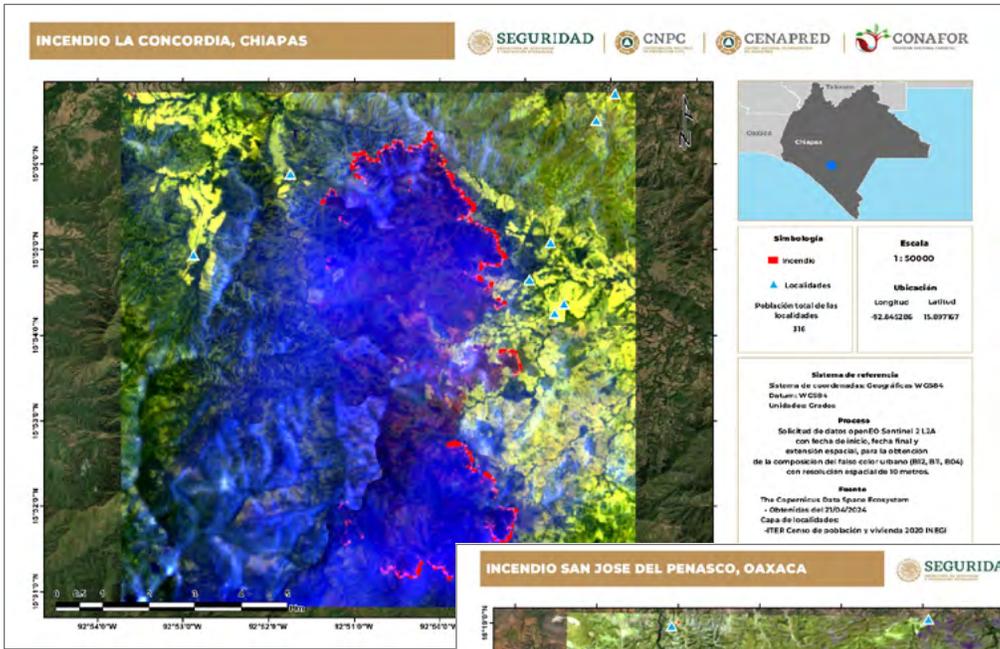
**La imagen satelital: casos de uso en México**

En México, las imágenes satelitales han sido de gran ayuda en la gestión de emergencias. Durante 2017 se utilizaron para identificar edificios colapsados y generar mapas antes y después de los sismos. En 2020, las inundaciones en Tabasco fueron monitoreadas mediante imágenes satelitales de radar para identificar áreas inundadas y deslizamientos de laderas. Se activó la CHARTER para tener información satelital de alta resolución y mayor temporalidad.

En octubre de 2023, cuando el huracán Otis asoló la costa del Pacífico de México, los datos satelitales fueron sustanciales porque fue posible identificar daños en viviendas, edificios y carreteras, así como ubicar zonas inundadas y deslizamientos de ladera.

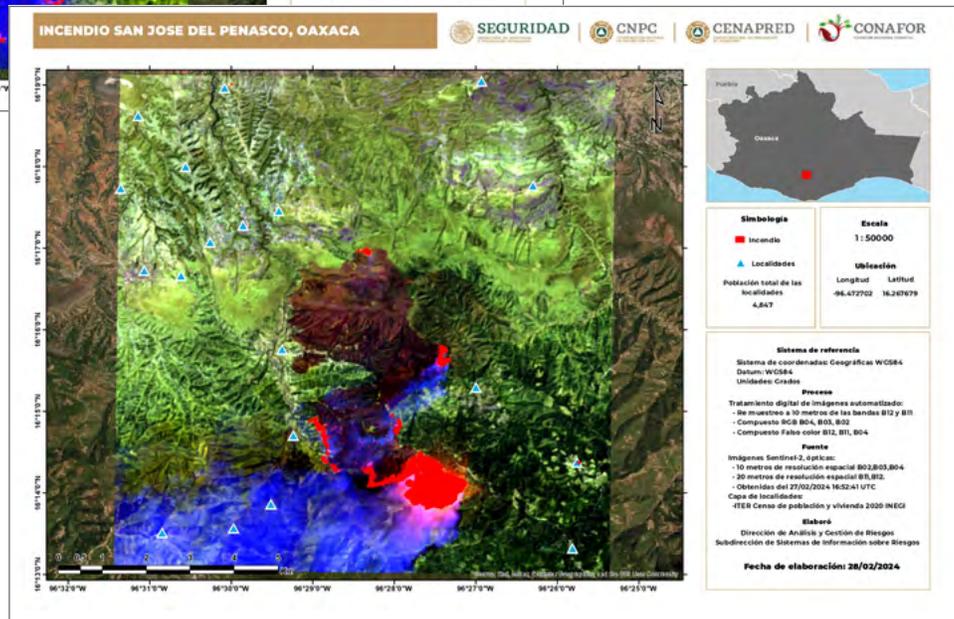


Incendio de San José de Peñasco, Oaxaca



A. Documento PDF del incendio en La Concordia, Chiapas, el 21 de abril de 2024

B. Documento PDF del incendio en San José del Peñasco, Oaxaca, el 27 de febrero de 2024



El Cenapred ha recurrido a la condición de proveedor de valor agregado que CHARTER le ha conferido para ayudar a distintos países con el procesamiento de imágenes satelitales proporcionadas por agencias espaciales y obtener mapas de daños y zonas de inundación. En este sentido, se ha cooperado con Honduras y República Dominicana en 2022 y con Brasil en 2024, mientras que con Uruguay se participó como gerente de proyecto para coordinar la asistencia internacional de apoyo a la emergencia. La participación más reciente en México fue en la activación por el impacto del huracán *John* en septiembre y octubre de 2024, que golpeó las costas de Guerrero.

**El futuro: una perspectiva tecnológica**

Es indudable que la tecnología satelital evolucionará bajo la premisa de obtener el potencial necesario para automatizar procesos, integrar inteligencia artificial para realizar análisis

más rápidos, precisos y compartir datos en tiempo real que signifiquen respuestas más efectivas a las emergencias.

En el aplicativo de incendios del ANR se pretende incorporar el monitoreo de zonas quemadas para hacer el cruce con la información de uso de suelo y clasificar el tipo de superficie afectada. Con ello se identificarían los tipos de vegetación lastimada y la magnitud de los daños.

Este cruce de información tiene el propósito de generar datos para evaluar de forma más precisa el impacto de los incendios, ello orientaría la toma de decisiones en los procesos de recuperación y restauración de los ecosistemas. Desde un punto de vista práctico, con estos resultados se entendería mejor el estado del territorio afectado, facilitarían acciones de restauración específicas e impulsarían la resiliencia de las áreas afectadas en futuros eventos.

## Conclusiones

- Es crucial que los recursos tecnológicos disponibles fortalezcan el conocimiento y experiencia del personal responsable de atender las emergencias provocadas por cualquiera de los fenómenos naturales. La colaboración internacional, a través de programas como CHARTER y Copernicus, se vuelve un factor clave para fortalecer la capacidad técnica y el acceso a información más precisa del Cenapred y dirigir los esfuerzos de las instituciones nacionales que, al final, son esenciales para asistir a la población.
- El Atlas Nacional de Riesgo es un recurso que concentra y analiza información geográfica que, además de estar al alcance de la autoridad y público en general, mejora la preparación y respuesta en casos de emergencia. A través de una plataforma en línea, el ANR brinda acceso a datos geoespaciales y avisos de fenómenos naturales, lo que permite informar de los riesgos en sus localidades y actuar de manera preventiva.
- Asegurar este acceso ha sido complejo debido a la necesidad de integrar múltiples fuentes de datos y de capacitar al personal técnico y a las personas usuarias finales para que interpreten la información correctamente; sin embargo, es un proceso continuo que representa una necesidad y una oportunidad de conocer el fenómeno natural a través del ANR.
- Una de las metas alcanzadas fue fortalecer la capacidad de monitoreo en zonas afectadas por incendios forestales. El ANR ha superado obstáculos significativos como integrar variadas bases de datos en una única plataforma y optimizar la infraestructura para visualizar grandes volúmenes de información en tiempo real. Así, el ANR es un sistema de gran relevancia que fortalece y difunde el conocimiento de los fenómenos naturales en busca de decisiones conscientes no sólo de las autoridades, sino también de la población.

---

## Fuentes de consulta

- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2023). Atlas Nacional de Riesgos.  
[www.atlalnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlalnacionalderiesgos.gob.mx)
- Copernicus Data Space Ecosystem-Europe's eyes on Earth. (s.f).  
*Copernicus Data Space Ecosystem.*  
<https://dataspace.copernicus.eu/>
- European Space Agency. (2024, noviembre). Copernicus *Emergency Management Service (CEMS).*  
<https://emergency.copernicus.eu/>
- Lira, J. (1987). *La percepción remota, nuestros ojos desde el espacio.* Fondo de Cultura Económica.
- The International Charter Space and Major Disasters. (2024, diciembre). *About the Charter.*  
<https://www.disasterscharter.org/>
- United Nations. (2023). United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response.  
<https://www.un-spider.org/>

---

**\*Gustavo Yankarlo Domínguez Posadas** es licenciado en Geoinformática por la Universidad Autónoma del Estado de México. Tiene la especialidad en Cartografía, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica en la misma universidad. Actualmente es jefe de departamento de Administración de Sistemas Geoespaciales, en el Cenapred.

**\*\*Fernando Silva López** es ingeniero geomático por la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Se ha especializado en levantamientos topográficos, procesamiento de imágenes satelitales y desarrollo de soluciones mediante programación en Python. Actualmente, se desempeña en el Cenapred como investigador en percepción remota, especializado en información geoespacial y la publicación de servicios para el Atlas Nacional de Riesgos.



# CAMBIO CLIMÁTICO, AGUA Y GÉNERO EN MÉXICO

Lucía Guadalupe Matías Ramírez\*

## Resumen

El decenio 2015-2024 puede ser el más cálido jamás registrado. La pérdida de hielo de los glaciares, la subida del nivel del mar y el calentamiento de los océanos se aceleran; los fenómenos hidrometeorológicos extremos causan estragos en comunidades de todo el planeta.

Los efectos del cambio climático han agravado estas brechas debido a la rápida degradación ambiental de los ecosistemas relacionados con el agua, la deforestación y la dificultad para acceder a los recursos naturales. En este sentido, en el presente trabajo se revisa la incidencia del cambio climático en la dinámica de las mujeres y su acceso al agua en México. Además, se identifica un ejemplo de las medidas de adaptación implementadas en el país como buenas prácticas.

**Palabras clave:** cambio climático, género, agua, eventos extremos

## Introducción

El cambio climático es la variación del estado del clima identificable, por ejemplo, mediante pruebas estadísticas se detectan las modificaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persisten generalmente durante largos periodos (decenios). Las causas pueden ser naturales o por actividades humanas.

En el Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), publicado en 2022, se señala que el cambio climático antrópico está causando una alteración peligrosa y generalizada en la naturaleza, lo que afecta la vida de miles de millones de personas en todo el mundo, a pesar de los esfuerzos que se han hecho para reducir su impacto (IPCC, 2022).

El 2023 fue el año más cálido que se ha registrado con una temperatura de 1.45 °C superior a la media preindustrial. El clima extremo tuvo grandes consecuencias socioeconómicas en todo el mundo. Las mujeres y las niñas se encontraron entre la población más afectada debido a las desigualdades preexistentes y a las vulnerabilidades acentuadas, en particular, en las zonas rurales (UN-WOMEN, 2024); no obstante, 2024 va camino a ser el más cálido jamás registrado en un momento en que el calentamiento supera de manera transitoria el umbral de 1.5 °C (WMO, 2024).

A nivel mundial 1800 millones de personas viven en hogares sin servicio de instalación de agua corriente. Las mujeres y las niñas mayores de 15 años son mayormente las encargadas de recoger agua en 7 de cada 10 hogares, comparado con los 3 de cada 10 hogares en el caso de los varones. En la mayoría de los casos, las mujeres y las niñas recorren trayectos largos en busca del agua, lo que les impide dedicar ese tiempo a la educación, el trabajo o

el ocio, además del riesgo que corren de sufrir daños corporales y enfrentarse a otros peligros en el camino (Unicef, 2023).

En particular, en la región de América Latina se ha observado una tendencia al calentamiento en todos los países, con impactos directos. En 2022, las personas estuvieron expuestas a temperaturas ambientales en promedio 0.38 °C más altas que en el periodo de 1986 a 2005 (The Lancet Regional Health-Americas, 2024).

El incremento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos afecta los ecosistemas naturales y socioeconómicos. Los primeros se refieren a la pérdida de la cubierta forestal a causa de las sequías o temperaturas extremas durante periodos prolongados; mientras que los ecosistemas socioeconómicos, como es el caso de las inundaciones, repercuten en la cantidad y calidad del agua disponible, así como en la salud de las personas.

Las sequías, las lluvias extremas y las heladas pueden ocasionar la pérdida de las cosechas y afectar el abasto de alimentos en las comunidades, principalmente, a las personas con rezago social debido a la poca disponibilidad y encarecimiento de los alimentos.

## Diagnóstico nacional

En México, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) identificó en su informe de 2024, que las mujeres enfrentan barreras en el ejercicio de sus derechos, resultado de factores sociales, culturales y estructurales que derivan en discriminación y desigualdad de género; por ejemplo, el acceso laboral está condicionado por estereotipos, sobrecarga de trabajo doméstico y de cuidados no remunerados, entre otros. Las brechas se amplían, de manera particular, en la población indígena y personas con discapacidad.

Para atender estos retos, es clave garantizar el acceso de las mujeres a la educación y formación profesional, al sector formal de la economía, así como a la ciencia y nuevas tecnologías a través de una capacitación intensiva para su aprovechamiento.

Las estadísticas indican que una elevada parte de la población en el país carece de acceso efectivo al derecho humano, al agua potable y saneamiento, lo que afecta de manera particular a grupos en condiciones de marginación y rezago social, especialmente, las mujeres. A fin de lograr el bienestar de todas las personas, es primordial asegurar el acceso al servicio de agua potable para los más de 9 millones de mexicanas y mexicanos – en su mayoría en zonas rurales marginadas–, que continúan sin tenerlo (Coneval, 2024).

Cabe señalar que el derecho humano al agua, establecido de manera internacional por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), está señalado en el artículo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su párrafo sexto: “toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible”.

Otro desafío importante es la rápida degradación ambiental de los ecosistemas relacionados con el agua, incluyendo el proceso de deforestación causada por incendios y cambios de uso de suelo, lo cual pone en riesgo la regeneración del ciclo del agua. El riesgo de escasez, en aumento por el consumo desmedido y la extracción insostenible, se agrava también con los efectos del cambio climático. Resulta primordial la adopción de medidas que posibiliten la conservación de los ecosistemas relacionados con el agua, así como la gestión integral y sostenible de este recurso en sus diferentes usos.

En México, el deterioro del medio ambiente tiene implicaciones en riesgos graves en los medios de vida de la población, disminución del bienestar y aumento de condiciones de pobreza, especialmente en mujeres, pueblos indígenas y afroamericanos, personas migrantes, juventudes e infancias, personas adultas mayores o con discapacidad.

El informe de desarrollo 2021-2022 del PNUD menciona que las desigualdades de género persisten y las crisis recientes, incluidas la crisis climática, la pandemia del COVID-19 y las crisis económicas, están empeorando el escenario actual para las mujeres en todo el mundo (PNUD, 2022).



Fuente: Depositphoto



Fuente: Depositphoto

En muchas localidades de América Latina y El Caribe existe una interrelación causal entre las desigualdades de género, la vulnerabilidad ante los riesgos y la degradación ambiental, donde la pérdida de la biodiversidad, los ecosistemas, el impacto de los desastres y el cambio climático tienden a exacerbar las desigualdades de género existentes, lo que conlleva que los impactos negativos de estos fenómenos sean mayores sobre las mujeres y las niñas.

Estas desigualdades limitan la participación de las mujeres en los espacios y procesos de toma de decisiones sobre medio ambiente, cambio climático, salud y otros ámbitos.

El cambio climático y los desastres impactan de manera directa en la disponibilidad de recursos naturales que son esenciales para la vida cotidiana (agua, recursos pesqueros, fuentes de energía y biodiversidad), su escasez o la dificultad de acceder a ellos, tiene implicaciones desde una perspectiva de género. Por ejemplo, las mujeres rurales, indígenas y afrodescendientes suelen ser las más afectadas debido a que dependen directamente de los recursos del entorno. En cambio, para las mujeres que viven en zonas urbanas, la obtención de estos recursos será proporcional a sus ingresos y a la oferta de la sociedad en la que se desenvuelven; sin embargo, la degradación ambiental tiene impactos diferenciados sobre ellas. Su falta de acceso, y su limitación para decidir sobre el uso y gestión de los recursos, se traduce en pérdida de oportunidades.

Tan sólo en México, el uso primordial del agua en el ámbito agrícola destacó como el de mayor consumo en 2020 y representó 67.52 % del volumen total de agua. (INEGI, 2024). En 2022, la escasez del agua fue el principal factor que ocasionó pérdida a las unidades de producción agropecuaria activas en nuestro país. De aquellas unidades que presentaron problemas por algún evento climático o biológico, 72.19 % tuvo un siniestro climático debido a sequías y 12.76 % presentó inundaciones.

México tiene una población creciente, la carencia de agua pone en riesgo la producción agrícola, lo que puede llevar a la falta de alimentos y al aumento de sus precios. Por otro lado, el desarrollo económico sería afectado porque la agricultura es un motor importante de la economía mexicana y la escasez de agua afectaría negativamente la producción, lo que se traduciría en pérdidas de empleos y crecimiento económico. Incluso, existe la posibilidad de que se desencadenen conflictos sociales entre diferentes grupos como personas agricultoras, comunidades rurales y ciudades, ya que todos compiten por un recurso limitado.

### Medidas adaptativas

Entre los casos de éxito de una gestión del agua con perspectiva de género en México están los comités locales con enfoque de género e intercultural que se tienen en algunos municipios vulnerables al cambio climático. Por ejemplo, en Candelaria Loxicha, Oaxaca, se identificaron los principales peligros naturales a los que está expuesto el municipio costero, con base en la participación de las mujeres y la población joven, para conocer y transformar las necesidades y debilidades más apremiantes, así como plantear soluciones colectivas, con el fin de reducir la vulnerabilidad de la población, sus bienes, servicios y medios de vida ante los fenómenos climáticos (Semarnat, 2023).

Se definieron tres medidas prioritarias: i) programa de restauración funcional productiva y ecológica de ecosistemas degradados, ii) programa de estabilización y seguridad de taludes para disminuir las afectaciones por deslaves y iii) programa de gestión integral del riesgo de desastres con comités locales con enfoque de género e intercultural.

Con los tres programas se busca recuperar los servicios ecosistémicos de las microcuencas ubicadas en el municipio para contar con más agua y de buena calidad. Se planea sanear el agua con ecotecnologías, captar agua, limpiar ríos y arroyos, además de reforestar para mejorar el sistema hídrico. Asimismo, crear capacidades locales en igualdad de condiciones entre mujeres

y hombres, mediante la participación en comités y en el monitoreo de acciones, contribuirá a la reducción de brechas de género.

Recuperar los ecosistemas de la cuenca será fundamental para que sirvan de barreras naturales frente a los ciclones tropicales, en especial, los sistemas lagunares con mangle y otras especies nativas, esto motivará que la gente participe y entienda la importancia de estas actividades, ya que se plantea brindar educación ambiental y talleres de capacitación. Finalmente, se crearán capacidades locales en igualdad de condiciones entre mujeres y hombres para hacer frente a los eventos climáticos, con base en nuevas técnicas de manejo agroecológico.

### Conclusiones

- Para la elaboración e implementación de medidas climáticas eficaces centradas en las personas hace falta entender los diferentes factores responsables de la vulnerabilidad climática en las zonas rurales. Estos factores comprenden, entre otros, los obstáculos de acceso a los recursos, los servicios y las oportunidades de empleo a los que pueden recurrir las poblaciones para adaptarse al cambio climático y afrontarlo, principalmente en áreas rurales.
- Las mujeres asumen una carga de trabajo adicional en comparación con los hombres cuando se producen fenómenos meteorológicos extremos, también pierden más oportunidades de ingresos. Con las inundaciones y las sequías sucede un fenómeno similar. Por lo anterior, se recomienda:
- Interesar a las mujeres en la ciencia y tecnología permite acceder a herramientas para adaptarse al cambio climático y desarrollar soluciones innovadoras. Su participación asegura que las medidas climáticas respondan a sus necesidades y realidades. Entender la vulnerabilidad climática en las zonas rurales, especialmente la que enfrentan las mujeres, es fundamental para lograr acciones climáticas más efectivas, más justas e inclusivas, lo que aumenta su eficacia.
- Al propiciar la adaptación al cambio climático se contribuye al empoderamiento de las mujeres volviéndolas más resilientes frente a eventos climáticos extremos, mantener la seguridad alimentaria de las comunidades y contribuir a mejorar su calidad de vida. También, es necesario incluir a las mujeres en la toma de decisiones y el acceso a recursos, se promueve la igualdad de género y se reconoce el rol fundamental que juegan en la lucha contra el cambio climático.
- Finalmente, al considerar la vulnerabilidad específica de las mujeres rurales en la elaboración de las medidas climáticas, es posible lograr un impacto más positivo y duradero en las comunidades, promoviendo la resiliencia, la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y la igualdad de género.
- Más allá de las estadísticas e informes que proporcionan instituciones reconocidas, basados en rigurosas metodologías, es importante mirar la realidad cotidiana de las mujeres y niñas en comunidad, donde el acceso al agua para solventar necesidades tan básicas como hidratación e higiene se convierte en una ardua y larga tarea. Ésa es una realidad que los países emergentes no pueden omitir al establecer criterios e iniciativas de lucha contra el cambio climático. Una lucha que se libra tanto en los grandes congresos internacionales como en las pequeñas comunidades rurales o en los suburbios de las grandes ciudades; una lucha que es necesario mirar en todas sus aristas para llegar a una meta que beneficie a todas y todos.

### Revisión de instrumentos a nivel nacional

Para conocer a profundidad el contexto en el que se encuentra el derecho de las mujeres al agua en México, se invita a revisar los instrumentos normativos existentes:

- Plan Nacional de Acción sobre género y cambio climático (2022)  
[https://policies.env.go.jp/en/earth/platform2020redesign/uploads/2023/03/mexico\\_attached1.pdf](https://policies.env.go.jp/en/earth/platform2020redesign/uploads/2023/03/mexico_attached1.pdf)

- Primera Comunicación sobre Adaptación (ADCOM, por sus siglas en inglés).  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/783188/164\\_2022\\_Infografia\\_Primer\\_Comunicacion\\_Sobre\\_Adaptacion.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/783188/164_2022_Infografia_Primer_Comunicacion_Sobre_Adaptacion.pdf)
- Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5739992&fecha=30/09/2024#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5739992&fecha=30/09/2024#gsc.tab=0)

## Por la inclusión

- Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC)  
<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/programa-especial-de-cambio-climatico-2021-2024>
- Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés)  
<https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/contribuciones-previstas-y-determinadas-a-nivel-nacional-indc-para-adaptacion>
- Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático  
<https://www.gob.mx/inecc/articulos/sexta-comunicacion-nacional-ante-la-cmnucc?idiom=es>

## Fuentes de consulta

- Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40. (Diario Oficial de la Federación de 30 de septiembre de 2024).
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2024). *Informe de evaluación de la política de desarrollo social 2024*.  
[https://www.coneval.org.mx/EvaluacionDS/PP/CEIPP/Documents/Informes/IEPDS\\_2024.pdf](https://www.coneval.org.mx/EvaluacionDS/PP/CEIPP/Documents/Informes/IEPDS_2024.pdf)
- Gobierno de México. (2019). *Estrategia Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 en México*. Presidencia de la República.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/514075/EN-A2030Mx\\_VF.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/514075/EN-A2030Mx_VF.pdf)
- Hartinger, Stella M., Palmeiro-Silva Yasna K., Llerena-Cayo, Camila, et al. (2024). The 2023 Latin America report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for health-centred climate-resilient development. *The Lancet Regional Health- Americas*, 33, 1-35.  
[https://www.thelancet.com/journals/lanam/article/PIIS2667-193X\(24\)00073-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanam/article/PIIS2667-193X(24)00073-5/fulltext)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2023). *Resultados del proyecto Estrategia de adaptación que contribuya a la reducción de brechas de desigualdad y vulnerabilidad al cambio climático en municipios vulnerables de Oaxaca*.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/921600/004\\_2024\\_RESULTADOS\\_DEL\\_PROYECTO\\_Oaxaca.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/921600/004_2024_RESULTADOS_DEL_PROYECTO_Oaxaca.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024, 19 de marzo). *Estadísticas a propósito del Día Mundial del Agua: desafíos y oportunidades en el uso agrícola en México*. [comunicado de prensa]196/24].  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP\\_DiaMundAgua.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP_DiaMundAgua.pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, América Latina y El Caribe. (2024). *Integración del enfoque de género en cambio climático, resiliencia y reducción del riesgo de desastres*.  
<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-06/ibc-integracion-del-enfoque-de-genero-en-cambio-climatico-resiliencia-y-rrd.pdf>
- Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024, de 8 de noviembre de 2021 (Diario Oficial de la Federación).  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5634786&fecha=08/11/2021#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5634786&fecha=08/11/2021#gsc.tab=0)
- Secretaría de Marina y Recursos Naturales. (2020). *Contribución Determinada a nivel Nacional*.  
<https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC-Esp-30Dic.pdf>
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Sixth Assessment Report, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, the Working Group II contribution*.  
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- UNICEF-WHO. (2023). *Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000-2022. Special focus on gender*.  
<https://data.unicef.org/resources/jmp-report-2023/>
- United Nations-Women and the United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2024). *Progress on the Sustainable Development Goals. The Gender Snapshot*.  
<https://www.unwomen.org/sites/default/files/2024-09/progress-on-the-sustainable-development-goals-the-gender-snapshot-2024-en.pdf>
- World Meteorological Organization. (2024). *United in Science 2024*. Ginebra, Suiza.

\* **Lucía Guadalupe Matías Ramírez** Doctora en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Desde 1999 labora en la Dirección de Investigación del Cenapred. Actualmente es subdirectora de Riesgos por Inundación, sus principales líneas de investigación son riesgos ambientales, inundaciones y cambio climático.



Fuente: Depositphoto

### ¿Qué es?

Las cenizas son partículas producidas por fragmentación de las rocas durante las erupciones y tienen un tamaño menor a 2 mm. Sus efectos pueden pasar inadvertidos y durar por mucho tiempo, incluso después de que la erupción haya terminado

### ¿Qué pasa en los alvéolos?

- 1 Las partículas menores a 4 micras se alojan en los alvéolos de los pulmones
- 2 El cuerpo encapsula las partículas como mecanismo de defensa del pulmón
- 3 Se forma una cicatriz que causa inflamación y reduce la capacidad de respiración

### Efectos por exposición frecuente:



**¡Recuerda!**  
Es recomendable extremar precauciones, ya que tu vida es lo más importante

### Áreas afectadas en el sistema respiratorio

#### Región extratorácica:

Nariz  
Boca  
Laringe

Fracción inhalable  
Partículas < 15 micras

#### Región traqueobronquial

Tráquea  
Bronquios

Fracción torácica  
Partículas < 10 micras

#### Región alveolar

Pulmones  
Alvéolos

Fracción respirable  
Partículas < 4 micras

Una micra ( $\mu$ ) es la milésima parte de un milímetro

### Sabías que...

en diferentes episodios eruptivos, desde 1991, algunas poblaciones de

por 20 años algunas poblaciones de



han recibido ceniza del volcán de Colima, exponiendo alrededor de ...

han recibido ceniza del volcán Popocatepetl, exponiendo alrededor de...

400 mil personas



4.5 millones de personas



Gobierno de México

Seguridad

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana



CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

# EL ROL DE LA SOCIEDAD CIVIL EN LA PROTECCIÓN CIVIL Y LA GIRD

Mariano Toshiki Katase Ruiz\*

## Resumen

La participación ciudadana y la gobernanza son elementos fundamentales en la reducción del riesgo de desastres.

Cuando se logra correctamente permite involucrar a las organizaciones de la sociedad civil de manera ética, corresponsable y asertiva en la toma de decisiones de los gobiernos; asimismo, se promueve la transparencia, la rendición de cuentas y fortalece la resiliencia de las comunidades. Es necesario promover, mediante políticas públicas adecuadas, la colaboración entre el gobierno y la sociedad civil y, con ello, fomentar la participación de las propias comunidades en la gestión eficaz y sostenible del riesgo de desastres y la resiliencia.

**Palabras clave:** Gestión del riesgo, participación ciudadana, gobernanza, responsabilidad, barreras, políticas, bien común.

## Introducción

La participación ciudadana y la gobernanza son aspectos fundamentales para lograr una gestión eficaz y sostenible de los riesgos a los que se enfrentan las comunidades. La participación ciudadana, por su parte, es esencial para identificar y priorizar las necesidades y vulnerabilidades de las comunidades, así como para diseñar e implementar medidas de prevención y respuesta adecuadas. En este artículo se abordan los conceptos de participación ciudadana, gobernanza y reducción del riesgo de desastres, además de la importancia de la colaboración entre el gobierno y la sociedad civil para prevenir y mitigar los efectos de los desastres naturales.



Fuente: Mariano Toshiki Katase Ruiz

## Los conceptos

La participación ciudadana se entiende como la intervención de los ciudadanos en la esfera pública a partir de intereses sociales de carácter particular (Sosteniblepedia, 2020). Por su parte, la gobernanza, en la definición del Banco Mundial, se refiere al “conjunto de procesos e instituciones a través de los cuales se determina la forma en que se ejerce el poder en un país para desarrollar sus recursos económicos y sociales” (Zurbriggen, 2011).

La reducción del riesgo de desastres se define como la intervención preventiva de individuos, instituciones y comunidades que eliminan o reducen, mediante acciones de preparación y mitigación, el impacto adverso de los desastres. Contempla la identificación de riesgos y el análisis de vulnerabilidades, resiliencia y capacidades de respuesta, el desarrollo de una cultura de la protección civil, el compromiso público y el desarrollo de un marco institucional, la implementación de medidas de protección del medio ambiente, uso del suelo y planeación urbana, protección de la infraestructura crítica, generación de alianzas y desarrollo de instrumentos financieros, transferencia de riesgos y el desarrollo de sistemas de alertamiento (LGPC, 2023).

Estos conceptos denotan la relevancia que tiene la sociedad en la GIRD porque, cuando nos referimos al deber ser en la cohesión de ambas definiciones, puedo asegurar que es imprescindible fortalecer la relación entre el gobierno y la sociedad civil organizada. El primero debe comprender que la participación social no es una competencia ni usurpación del ejercicio de poder; por su parte, la segunda, que su actividad debe realizarse sin ataduras ideológicas ni políticas a fin de conseguir eficientemente salvaguardar la vida de las personas, su patrimonio y el medio ambiente.

## El marco internacional de la RRD

La prioridad 2 del Marco de Sendai: “Fortalecer la gobernanza y la gobernabilidad del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo”. Se reconoce que en el Estado recae la función principal de reducir el riesgo de desastres; sin embargo, ésta es una responsabilidad que debe compartirse con otros actores como los gobiernos locales, sector privado y grupos interesados.

Al considerar el Marco de Acción de Hyogo, en Sendai se incluyen algunas innovaciones importantes, entre ellas, “la responsabilidad primordial de los Estados de prevenir y reducir el riesgo de desastres, y la participación de toda la sociedad y todas las instituciones del Estado” (Sendai, 2015). Se prioriza la gestión del riesgo de desastres en vez de la gestión de desastres, ello establece la importancia de contar con objetivos claros, planes, competencia, directrices, coordinación en los sectores, así como con la participación de los actores pertinentes.

Cabe señalar que desde el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, declarado por las Naciones Unidas (1990-2000), al reconocer que los desastres son procesos sociales y que sus consecuencias afectan vidas humanas, medio ambiente y patrimonio, se consideró la intervención de diversos actores, pero con un enfoque de participación social, es decir, una colectividad de personas afectadas que interactúa con la autoridad para cuestionar y participar activamente en las decisiones referentes a los procesos de gestión asistencialista y de reconstrucción (Rodríguez, D., 1996).

Lo anterior se ha observado en México cuando ocurre un desastre, inicialmente, con acciones de voluntariado y, aunque es necesario reconocer que falta mucho por hacer, con el paso del tiempo y el desarrollo de capacidades comunitarias en su mayoría efectuadas directa o indirectamente por el gobierno, el voluntariado se transforma y se aprecia hoy en día de forma más ordenada y eficaz en labores de rescate y ayuda humanitaria.

### Principales barreras de la participación ciudadana

En un ejercicio de autocritica, he observado algunas conductas de organismos de la sociedad civil y de autoridades que afectan de manera importante la participación ciudadana y, en consecuencia, el cumplimiento de la gobernanza efectiva y eficiente sin que sean limitativas para casos particulares.

Desde la sociedad civil, históricamente se han considerado como barreras el conflicto de interés, los intereses económicos, la falta de ética, la crítica sistemática e improductiva, la falta de visión, de capacidad técnica, de profesionalismo y de liderazgo de las instituciones, de los sistemas gubernamentales.

Particularmente, es importante enfatizar el conflicto de intereses, ya que ostentar el liderazgo o la representación legítima de un gremio es tentador, más aún cuando se tiene relación directa con los grupos de poder o tomadores de decisiones políticas. La representatividad requiere de un alto grado de madurez y juicio de valor, ejercerla con tal integridad que no se subordine al interés personal o económico.

En este sentido, la participación ciudadana, a través de la sociedad civil organizada, tiene que estar interna y estrictamente regulada con códigos de ética cuyas consideraciones específicas

permitan dicha participación y la difusión de ella de manera responsable y respetuosa del tema que se analiza.

La función de la sociedad civil organizada es tener una representatividad gremial ética, responsable, eficiente y proactiva. No es posible aspirar a ello si la participación está basada en prejuicios (fundamentados o no) que nublen tanto la visión como el propósito de nuestra colaboración con la autoridad y, en este sentido, como así lo establece Manuel Villoria (2012, p. 13), “la interacción virtuosa entre gobierno y sociedad es imposible en una sociedad que haya asumido equilibrios de baja calidad o sustente creencias en la deshonestidad gubernamental y del resto de la ciudadanía”, porque, finalmente, el propósito superior de la participación ciudadana en la esfera pública tiene que ser el bien común, que consiste en aquello que beneficia a la sociedad, incluyendo tanto a ciudadanos como a sistemas sociales e instituciones.

En lo que concierne a la protección civil, muchos de estos aspectos se solventan con el servicio profesional de carrera y con el proceso de certificación que se estableció en la LGPC desde 2012, esto sin soslayar que la toma de decisiones sea respaldada por un gobierno abierto y transparente, entendiendo que la transparencia es la oportunidad para que dirigentes de organismos gremiales y personas funcionarias públicas, en la dinámica operativa de los consejos ciudadanos, abran su ámbito institucional para ejercer el derecho de acceso a la información y la rendición de cuentas particularmente sobre los riesgos que enfrenta la población.

### La política pública

La participación ciudadana y la gobernanza son elementos clave en la reducción del riesgo de desastres porque involucran a las comunidades en la toma de decisiones, promueven la transparencia, la rendición de cuentas y fomentan la colaboración entre los diferentes actores.



Fuente: Mariano Toshiki Katase Ruiz

Desde ese punto de vista, es fundamental que los gobiernos impulsen la participación a través de la creación de espacios de diálogo y consulta con la sociedad civil —ésta es la esencia de

los consejos ciudadanos en México—, con políticas públicas que resulten de decisiones que respondan y solucionen problemas públicos reales en materia de gestión del riesgo, particularmente, el fortalecimiento de capacidades comunitarias que reduzcan la vulnerabilidad, que estimulen la implementación de medidas de prevención y preparación que refuercen la capacidad para adaptarse y recuperarse de los desastres de manera rápida y efectiva. Se debe tener especial cuidado en los programas que son aprobados en el seno de los espacios de participación ciudadana, sobre todo, porque las autoridades pueden legitimarlos y, aunque al final son legales, no responden al interés general.

En la revisión del marco jurídico de algunas entidades federativas, independientemente de la instalación y funcionamiento de los consejos ciudadanos de gestión de riesgos y/o protección civil local o estatal, existen leyes y reglamentos que sustentan el derecho que la sociedad tiene de participar activamente y hacer valer su voz, sólo hace falta identificar los alcances específicos en cada una de ellas. Cabe decir que, aun con los espacios y las herramientas jurídicas existentes, como lo he explicado en párrafos anteriores, generalmente no son aprovechados a nivel local para los fines que fueron creados, lo que minimiza el concepto de gobernanza.

### Conclusiones

- La participación ciudadana en los espacios públicos que trabajan temas complejos como la gestión integral del riesgo de desastres siempre será limitada. La participación de las organizaciones de la sociedad civil, que regularmente se da en los consejos ciudadanos que se constituyen en los tres niveles de gobierno, he de asegurar, debe considerarse como privilegiada, sobre todo, porque la participación individual presupone la representatividad no sólo de su propio sector, sino también de los grupos vulnerables o de aquellos que por diversos motivos no tienen la oportunidad o capacidad de expresar su opinión. ¿Qué alta responsabilidad reconoce, entonces, el deber tener y aportar preparación, capacidad y experiencia en esos espacios ciudadanos?
- En resumen, la visión de una participación ciudadana asertiva, responsable y con alta dosis de ética en la gestión del riesgo de desastres debe encaminarse siempre hacia la búsqueda del bien común y la mejora de la calidad de vida, asumiendo que, la calidad de la gobernanza siempre será directamente proporcional a la calidad de la participación ciudadana.

### Fuentes de consulta

- Alcántara-Santuario, A. y Marín-Fuentes, V. (2013, mayo). Gobernanza, democracia y ciudadanía: sus implicaciones con la equidad y la cohesión social en América Latina. *En Revista Iberoamericana de Educación Superior* 4(10), 93-112. <https://www.ries.universia.unam.mx/index.php/ries/article/view/94>
- *Ley General de Protección Civil*, artículo 2, fracción XLVI. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (Diario Oficial de la Federación, de 21 de diciembre de 2023). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC.pdf>
- Organización de Naciones Unidas. (2015). Prioridad 2: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo. *Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030*, UNISDR. [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)
- Rodríguez Velázquez, D. (1996). El Futuro de la participación ciudadana ante los desastres. *Desastres y Sociedad. Revista Semestral de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*, 6(4) 4-26. <https://www.desenredando.org/public/revistas/dys/rdys06/dys6-1.0-efpcad.pdf>
- Sosteniblepedia. (2020). *Participación ciudadana*. [https://www.sosteniblepedia.org/index.php/Participaci%C3%B3n\\_ciudadana](https://www.sosteniblepedia.org/index.php/Participaci%C3%B3n_ciudadana)
- Villoria Mendieta, M. (2012). Transparencia y valor de la transparencia. Marco conceptual. *En Publicación Digital 2/2012. La transparencia de los gobiernos locales: una apuesta de futuro*, 7-27. Fundación Democracia y Gobierno Local. <https://gobiernolocal.org/la-transparencia-en-los-gobiernos-locales-una-apuesta-de-futuro/>

\***Mariano Toshiki Katase Ruiz** abogado, maestro en Arquitectura y en Protección Civil y Gestión de Emergencias. Cuenta con más de 40 años en actividades voluntarias en instituciones de emergencia, organismos gremiales y consejos ciudadanos en los tres niveles de gobierno. Ha sido presidente nacional del Colegio Mexicano de Profesionales en Gestión del Riesgo y Protección Civil.



# EVENTOS

## SEPTIEMBRE



Presentación  
**“Protocolo de Apertura y Transparencia ante el Riesgo”**  
 3 de septiembre de 2024 / Info CDMX

+ información

Se trata de una herramienta que guía a las instituciones sobre cómo responder ante una situación de emergencia. Se enfoca en la prevención, reacción y recuperación, y está alineado con los ODS de la Agenda 2030.

**“Sismos 360. Un panorama global”**  
 19 de septiembre de 2024 / Instituto de Ingeniería, UNAM

Se analiza la vulnerabilidad del suelo en la Ciudad de México, la imposibilidad de predecir sismos y las características estructurales de las construcciones para prevenir riesgos por sismos.

+ información



Taller  
**“El movimiento de las mujeres en el contexto del terremoto del 85”**  
 21 de septiembre de 2024 / Museo de la Mujer

+ información

Se explica la situación de vulnerabilidad en que quedaron las mujeres costureras de la Ciudad de México tras el sismo de 1985 y las consecuentes

## OCTUBRE



Conversatorio  
**“Saber más, arriesgar menos: Jóvenes a la Vanguardia”**  
 10 de octubre del 2024 / Instituto de Geografía, UNAM

+ información

En el marco del día internacional de la reducción del riesgo de desastres, se abordan temas de gestión integral de riesgos enfocada en jóvenes, así como los roles que desempeña la educación y la política pública.



Conversatorio  
**“De la niñez y la juventud a la comunidad: reducción del riesgo de desastres desde lo local”**  
 11 de octubre del 2024 / CENAPRED

+ información

En el marco del Día Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, se reflexiona sobre el rol fundamental de la niñez y de las juventudes como agentes de cambio en sus comunidades.



Mesa redonda  
**“Huracanes Otis y John: investigaciones, experiencias y reflexiones”**  
 31 de octubre del 2024 / UNAM | UAGRO

+ información

Foro  
**“Comunicación y cultura del agua”**  
 19 de septiembre de 2024 / Colegio de la Frontera Norte

Se reflexiona sobre la relación de la comunicación y la cultura del agua desde diversos ámbitos de análisis; así como de los medios de comunicación, la comunicación social y la cultura del agua.

+ información

**“Sismos: ocuparse, no preocuparse”**  
 19 de septiembre de 2024 / Radio Chilango 105.3 FM

+ información



Programa radiofónico sobre los sismos en la Ciudad de México y la respuesta de las autoridades. Los participantes hacen una comparación sobre el nivel de preparación entre el sismo de 1985 y el de 2017.

Conferencia  
**“Cambio climático, desastres y desplazamiento interno forzado”**  
 26 de septiembre de 2024 / Escuela Nacional de Trabajo Social, UNAM

Se visibiliza la creciente presencia de desplazamientos internos forzados en México y en el mundo debido a los efectos del cambio climático, con énfasis en la atención que debe darse por parte de los Estados.

+ información

Conversatorio  
**“Enfoque de género en la gestión integral de riesgo de desastres en América Latina y El Caribe”**  
 14 de octubre de 2024 / SURSA, UNAM



Se exploran las diversas corrientes en torno al enfoque de género, junto con el desarrollo y evolución conceptual y metodológica de la GIRD.

+ información

Encuentro  
**“Comunicación, Resiliencia: Tres Ejes del Patrimonio Natural”**  
 29 de octubre del 2024 / Instituto de Geofísica, UNAM

Se abordan los aportes y perspectivas de la lingüística y la correcta terminología para la comunicación en situación de riesgos naturales.

+ información

Tras el huracán Otis, se visibilizan los retos para alcanzar una recuperación, rehabilitación y reconstrucción integral a corto, mediano y largo plazo, abarcando las dimensiones social, ambiental, económica y espacial.

+ información



Charla "5 puntos claves para comunicar bien los riesgos" 9 de octubre de 2024 / Universidad de la Comunicación

+ información

Se presentan estrategias para comunicar el riesgo de forma clara y precisa en múltiples ámbitos con base en dos perspectivas: como generadores de contenido y como consumidores de información.

Seminario "Gestión Integral de riesgos ante en cambio climático" 22 de octubre del 2024 / ENCIT, UNAM

Se comparte un análisis conceptual y jurídico sobre la gestión integral de riesgos y una evaluación sobre las políticas públicas en México, partiendo de la coyuntura del cambio climático y la presencia de fenómenos naturales.

+ información



Seminario "El patrimonio cultural y desastres" 5 de noviembre del 2024 / INAH

Se explora la construcción social del riesgo de desastre en el patrimonio cultural desde la teoría crítica centrada especialmente en los centros históricos como patrimonio urbano.

+ información

DICIEMBRE



Simposio "30 años de la reactivación del Popocatepetl: Estado del conocimiento sobre el volcán" 3 de diciembre del 2024 Instituto de Geofísica, UNAM

Se exploró la historia geológica del volcán, la evolución de las herramientas de monitoreo, las aplicaciones de la inteligencia artificial y las tendencias avanzadas en la vigilancia volcánica.

+ información

Mesa redonda "La erupción del Volcán Popocatepetl y sus efectos en el deporte del montañismo" 2 diciembre 2024 / Instituto de Geofísica, UNAM

En el marco de los 30 años de reactivación del Popocatepetl, expertos hablan de los efectos en la erupción del volcán y los efectos que tiene en el deporte del montañismo.

+ información

Seminario "Cooperación internacional entre México y Japón para la reducción del riesgo de desastres como tsunamis, terremotos y otros fenómenos naturales" 22 de octubre de 2024 / Centro de Estudios Mexicanos, UNAM

Recuento de la historia de la diplomacia técnica y científica entre Japón y México en el área de reducción de desastres. Se analizan los esfuerzos bilaterales para mitigar las consecuencias de fenómenos como sismos, tsunamis e inundaciones.

+ información

NOVIEMBRE



Foro "Día Internacional de Concienciación sobre Tsunamis" 5 de noviembre de 2024 / Cenapred | JICA

Espacio de diálogo donde especialistas de Japón, El Salvador y México compartieron sus experiencias en temas de prevención y preparación, así como los retos actuales en torno a los tsunamis.

+ información

Foro "Desafíos de la Reducción del Riesgo de Desastres en México en la transición actual" 12 de noviembre del 2024 / SURSA - UNAM

Se abordan las circunstancias de transición en el inicio del periodo de gobierno hacia una agenda enfocada a la GIRD con participación multisectorial y gestión en gobernanza.

+ información



Mesa "La agenda de pérdidas y daños en México: COP 29" 26 de noviembre de 2024 / PINCC, UNAM

Se exponen los impactos del cambio climático en México desde los aspectos social y económico en múltiples ámbitos, como la agricultura, la infraestructura, la pobreza y otros.

+ información



Conversatorio "Voces del Popocatepetl: 30 de experiencia y análisis" 9 de diciembre de 2024 / Cenapred

Especialistas comparten experiencias, aprendizajes y desafíos en el estudio de la actividad volcánica del Popocatepetl con el objetivo de ampliar el conocimiento público y destacar la importancia del monitoreo para la prevención de riesgos.

+ información

# EL POPOCATÉPETL EN RETROSPECTIVA, TRES DÉCADAS DE LECCIONES

*“El Comité Científico Asesor y el semáforo de alerta volcánica, los parteaguas que redefinieron la forma de tomar decisiones”, aseguró el doctor Servando de la Cruz Reyna, en entrevista especial para PREVENCIÓN.*

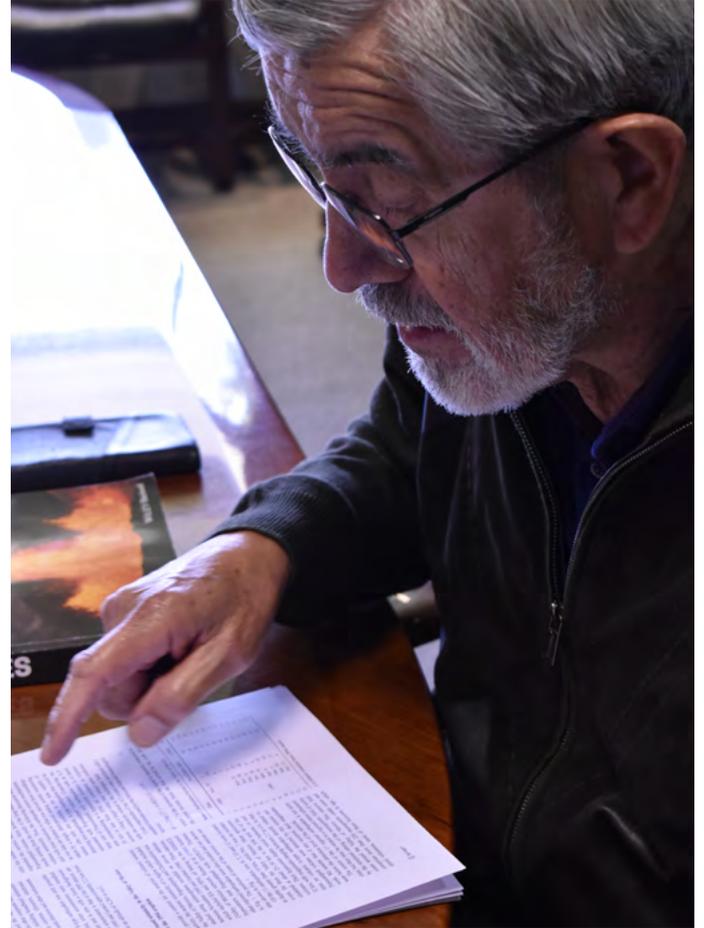
Era diciembre de 1994, la comunidad científica y las autoridades de México estaban por cumplir una década de reflexiones acerca de la protección civil y la prevención de riesgos, tras los dolorosos sucesos de 1985 en Ciudad de México. Una súbita explosión en el cráter del volcán Popocatepetl puso sobre la mesa el debate en torno a la manera en que debían tomarse las decisiones para enfrentar fenómenos naturales diferentes a los sismos, pero con un potencial igualmente desastroso. En entrevista especial para la revista *PREVENCIÓN*, con motivo del 30 aniversario del reinicio de la actividad eruptiva del volcán Popocatepetl, el doctor Servando de la Cruz, especialista en vulcanología, física del interior de la Tierra, dinámica de fluidos y riesgos geológicos, rememora los sucesos que permitieron comprender, con una perspectiva integral, este fenómeno y su impacto social.

## ¿Qué pasaba en 1994?

En el recién fundado el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), la mayor parte de la investigación estaba relacionada con la sismicidad, no con la vulcanología, y se llevaba a cabo principalmente en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). *En esa época era muy importante comprender cuáles eran los mecanismos que generaban que un sismo se convirtiera en un desastre. El sismo del 85 tardó un tiempo en comprenderse por qué fue tan destructivo y, desde el punto de vista de la ingeniería, cuáles eran las principales vulnerabilidades.*

**¿Por qué edificios que supuestamente estaban bien diseñados habían colapsado? Indudablemente, el factor principal tenía que ver con el complejo movimiento del suelo, especialmente en regiones determinadas del Valle de México, por lo que se requería una red sísmica regional,** reflexionó el doctor De la Cruz.

Éste era el contexto de la investigación en materia de desastres ocasionados por fenómenos naturales en México. En lo que concierne a la protección civil, la preocupación y la ocupación de los especialistas tenía varias aristas, pero se centraba en la sismicidad: los institutos de Ingeniería y Geofísica comenzaron a instalar redes sísmicas con la intención de analizar el movimiento del suelo del Valle de México.



Fuente: Cenapred

*Algunas estaciones cercanas al Popocatepetl eran parte de la red sísmica; no para vigilancia del volcán. En ocasiones funcionaban de manera intermitente, no obstante, arrojaron información que permitió detectar sismicidad preeruptiva en el volcán Popocatepetl, la cual empezó en 1990.*

En ese momento, dicha actividad, de bajo nivel, no se le atribuía al volcán, se consideraban eventos que ocurrían alrededor del Valle de México: Milpa Alta, Amecameca y regiones cercanas. *Fue hasta después de que inició la actividad eruptiva que se volvió a revisar esa información y se vio que parte de esa sismicidad no era de origen tectónico, si no que tenía un origen volcánico. Hubo información, pero no se asociaba al volcán Popocatepetl,* recordó el también miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, a la vez que sugirió la importancia de revisar los datos de investigaciones pasadas para entender los procesos de fenómenos del presente.

**Antes del 21 de diciembre de 1994**

*Posteriormente, en 1994 se presentaron algunas manifestaciones en el volcán, como aumento en la actividad de fumarolas e incrementos en la temperatura en algunos puntos. Había un grupo de buceo que esporádicamente subía a una pequeña laguna que había en el cráter, pero la laguna desapareció. Nadie lo había asociado a una actividad eruptiva; simplemente, se veía como un aumento en la temperatura.*

Servando de la Cruz, quien cuenta con un doctorado en Ciencias por la Universidad de Kioto, Japón, recuerda la rapidez con que se desencadenaron los eventos eruptivos del Popocatepetl en la segunda mitad de 1994, cuando incrementó súbitamente la actividad fumarólica, de manera especial en el mes de octubre.

Si bien de 1990 a 1994 las manifestaciones fueron leves, por lo que no se tomó alguna medida en especial de protección de la población, a finales de 1994, el aumento fue súbito, específicamente, el 21 de diciembre ocurrió una explosión importante en el interior del cráter, se abrió el conducto, produciendo una columna de ceniza de considerable altura, **la que causó mucha inquietud sobre lo que estaba pasando.**

El doctor De la Cruz, también investigador en Vulcanología, del Instituto de Geofísica, hace un paréntesis en el relato cronológico del inicio de la actividad eruptiva del Popocatepetl para aterrizar la reflexión en los estudios científicos y académicos que ya se habían realizado al volcán. Para ese entonces la investigación era amplia en términos geológicos: se sabía que el volcán tenía un periodo de retorno bastante amplio y que había producido erupciones extremadamente grandes en el pasado.

**Hay evidencias de una super explosión hace unos 23 mil años, la cual está bien documentada: la destrucción completa de un volcán anterior —“Volcán del Fraile”—, que generó un flujo de escombros hacia el sur y sureste, en una región que actualmente comprende los estados de Puebla, Morelos y Estado de México.**

Luego el volcán volvió a formarse otra vez, creciendo hasta el nivel actual. Se sabe que, hace 14 mil años tuvo otra erupción ultra potente que produjo lluvias de ceniza y pómez en todo el Valle de México. A ésta siguieron otras erupciones importantes, hace 7 mil años, otra hace 2 mil 200 años, aproximadamente, y la última grande —muy reciente en épocas geológicas e históricas— alrededor del año 820 de nuestra era.

**Esta última erupción produjo daños severos en ciudades ya asentadas alrededor, como Cholula, principalmente, donde se puede observar que las pirámides están parcialmente cubiertas por los productos de aquella erupción,** relató el doctor De la Cruz en un didáctico resumen de la historia geológica del Popocatepetl.

**Los registros indican que la moderada actividad eruptiva histórica de este volcán, bien documentada desde el año 1530, ha durado entre 10 y 40 años; la actual ya lleva 30,** destacó el investigador; pero deja un mensaje:

*las erupciones menores como éstas parecen ser más frecuentes, pero las erupciones grandes, aunque menos frecuentes y de las que no existe una percepción directa de la población, se han presentado a lo largo del tiempo.*

Regresando a la narración cronológica de los hechos de 1994, el doctor De la Cruz Reyna revive la preocupación de ese momento, “la actividad que se presentó la noche del 21 de diciembre no nos indicaba si íbamos a tener una erupción pequeña o a una erupción grande. No había los elementos para decidir cuál era la acción a tomar”.

**Contrarreloj: asesoría científica y decisiones**

Durante la madrugada de aquel 21 de diciembre, un grupo incluyente de científicos explicó a detalle la situación en torno al volcán Popocatepetl al entonces secretario de Gobernación, Esteban Moctezuma: las opciones eran esperar a ver cómo evolucionaba la actividad o realizar una evacuación preventiva.

*Esa madrugada, ante dos posibles escenarios: una erupción moderada sin consecuencias serias, o una erupción mayor, durante la cual sería sumamente difícil evacuar a las poblaciones vulnerables, se decidió hacer la evacuación preventiva, misma que se llevó a cabo ese mismo día por la tarde. Más de 20 mil personas fueron evacuadas de los poblados más cercanos.*



Fuente: Cenapred

## Entrevista especial

La actividad del volcán continuó por unos días y luego comenzó a disminuir. El investigador de la UNAM indicó que las observaciones arrojaron que se trataba de un episodio que no necesariamente conducía a una actividad extrema en corto tiempo, sino que se iba a desarrollar con más lentitud.

Por otro lado, la comunidad científica y las personas tomadoras de decisiones tenían presente la posibilidad de que la actividad volcánica del Popocatepetl no terminaría de manera leve; la erupción previa del volcán Chichón en 1982 también había dejado lecciones en esa dirección.

*Se tenía la experiencia reciente del volcán Chichón en Chiapas. La erupción más destructiva en la historia de México, la cual inició con una erupción explosiva, que disminuyó a lo largo de una semana y que al final presentó una fase más intensa que causó más de 2 mil víctimas.*



Fuente: Servando de la Cruz Reyna

Explica el especialista que, si bien se trata de volcanes diferentes, ambos tienen aspectos comunes que en ese momento era vital considerar. El investigador experto en vulcanología recuerda que una de las principales lecciones del Chichón fue que el diagnóstico y el pronóstico de la actividad de aquel volcán **se concentraron en una sola persona; no por mala voluntad, simplemente hubo una mala interpretación que llevó a tomar decisiones incorrectas. Se pensó que la actividad principal había terminado cuando en realidad estaba comenzando.**



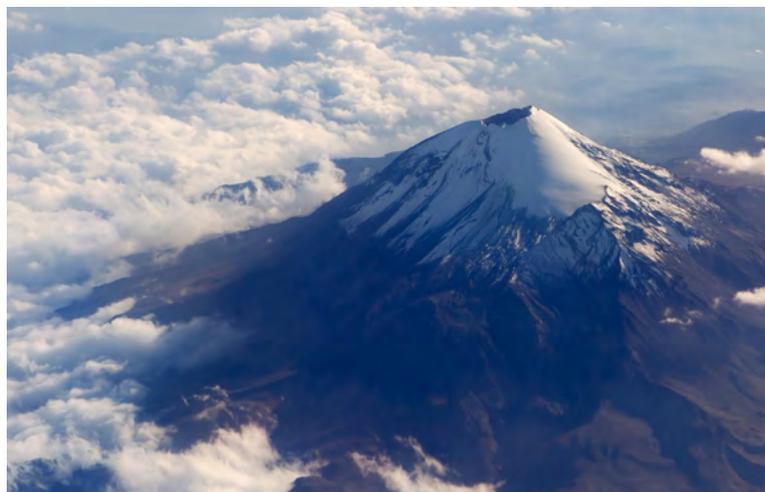
Fuente: Cenapred

### El Comité Científico Asesor, el parteaguas en la forma de tomar decisiones

Se determinó la importancia de que las recomendaciones surgieran de manera consensuada desde un grupo científico, **que no fuera una sola persona, y eso fue un punto crucial en aquel momento, es un parteaguas que cambió la forma de proporcionar a las autoridades los elementos para tomar decisiones.**

*Es cuando se conformó el Comité Científico Asesor de Fenómenos Geológicos, mismo que comenzó a analizar y discutir la actividad volcánica con el objeto de proveer diagnósticos y pronósticos oportunos.*

Posteriormente, entre 1995 y 1996, el grupo asesor se consolidó y logró adoptar una metodología que hasta hoy en día permite emitir recomendaciones consensuadas en un tiempo adecuado para la toma de decisiones respecto a los fenómenos geológicos del país.



Asimismo, en esa época surgió el semáforo de alerta volcánica, una herramienta inédita y eficaz para un objetivo concreto: que la población comprendiera de manera sencilla y didáctica el nivel de peligro en el que se encuentra. Los niveles de alerta del semáforo se basaron en las fases que contempla la protección civil. Así lo describe el especialista:

***El semáforo de alerta volcánica ha sido una herramienta compatible con la manera de operar de la protección civil y la gestión del riesgo. Aunque ha tenido algunas críticas, ha sido una herramienta que ha permeado en la población.***

Esta herramienta y el Comité Científico Asesor se consolidaron en 1995, tras una importante labor de difusión por parte de la UNAM, el Cenapred y otros organismos que buscaban explicar a la población lo que se estaba haciendo. Y en 1996, cuando inició la actividad magmática, con el emplazamiento de domos de lava en el interior del cráter, estas estrategias comenzaron a aplicarse de manera más fortalecida.

#### **Lecciones de comunicación en la experiencia internacional**

Gracias a los estudios y análisis de desastres pasados de todo el mundo, se determinaron cuáles habían sido las causas de su impacto. Por ejemplo, las erupciones recientes del Monte Pelée, en Martinica (1902), Monte Santa Helena, en Estados Unidos (1980), el Nevado del Ruiz, en Colombia (1985), y el Monte Pinatubo, en Filipinas (1991), entre otros desastres volcánicos y de otro tipo en el mundo. Se concluyó que uno de los principales factores fue error en la comunicación entre los grupos científicos, los grupos de gestión del riesgo y la población.

En esa línea, el también miembro del Sistema Nacional de Investigadores sentencia que ***cuando queremos comunicar a 20 millones de personas, entre más complejo sea el mensaje, menos comprensión habrá. La idea es simplificar el mensaje al máximo: proveer toda la información de seguridad en el mensaje inmediato.***



Fuente: Depositphoto

El semáforo de alerta volcánica fue la respuesta útil que permitió simplificar los mensajes, ofrecer la información sobre el riesgo que se presentaba y las acciones que debían seguirse; sin embargo, un reto ha sido explicar que

***el semáforo no intenta precisar el nivel de actividad del volcán, sino el nivel de alerta de la población y de la protección civil.***

#### **A 30 años, ¿qué sigue?**

El doctor De la Cruz no titubea al afirmar que, incluso con 30 años de actividad, es esencial mantener un sistema de monitoreo operativo lo más elaborado posible. ***No se puede descartar la posibilidad de que esta actividad del volcán Popocatepetl llegue a niveles más altos,*** enfatizó.

***El paso fundamental es incrementar el nivel de vigilancia científica que permita reconocer los precursores de actividad volcánica importante y que ésta no pase desapercibida. No se debe reducir el nivel de vigilancia, no sólo del Popocatepetl, sino de todos los volcanes que tienen potencial de erupción en el país y que requieren tener un monitoreo similar.***

Finalmente, el investigador en retiro de la UNAM asegura que, si bien no hay manera de evitar que ocurra un fenómeno como un huracán, un terremoto o una erupción, gracias a las innovaciones tecnológicas y a las metodologías de monitoreo, interpretación y recomendaciones coherentes de protección civil, sí se puede evitar de forma muy viable que se transforme en desastre. ***Así se conforma la gestión preventiva del riesgo que ha demostrado ser muy eficiente.***

#### **A 30 años de experiencia, ¿cuál es el siguiente paso?**

Se requiere de una inversión sostenida en investigación científica, educación pública y el perfeccionamiento de los planes de contingencia. Las lecciones aprendidas en estas tres décadas deben sentar las bases para un futuro más seguro y resiliente, impulsado por la colaboración interdisciplinaria y la activa participación comunitaria.

El testimonio del doctor De la Cruz ofrece una valiosa perspectiva, que coloca al volcán Popocatepetl como un caso paradigmático en la gestión del riesgo. Tres décadas de monitoreo del volcán permiten extraer lecciones cruciales, especialmente en tres áreas: la asesoría científica, la toma de decisiones y la comunicación pública. Su reflexión destaca el compromiso continuo con el desarrollo de mejores prácticas. La clave para una gestión eficaz radica en la transparencia, claridad y accesibilidad de la información científica, lo que fomenta la confianza ciudadana. **P**



Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana  
Centro Nacional de Prevención de Desastres  
Av. Delfín Madrigal 665, Pedregal de Santo  
Domingo Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04360  
[www.gob.mx/cenapred](http://www.gob.mx/cenapred)