

# El uso de mapas digitales para el censo de daños en bienes culturales

María Fernanda López-Armenta\* y Gilberto García Quintana\*

\*Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural  
Instituto Nacional de Antropología e Historia

29

## Resumen

En vista de la utilidad que tuvieron y la facilidad en su implementación, este trabajo describe el procedimiento y los alcances logrados con la generación de mapas digitales para el censo de daños en bienes culturales durante la mitigación de la emergencia provocada por los sismos ocurridos en México en septiembre 2017, los cuales fueron devastadores para el patrimonio cultural mexicano. Además se presenta una muestra del potencial que tienen los mapas digitales y su aplicación para las labores de conservación de bienes culturales, como la identificación y monitoreo de patrimonio en riesgo, la elaboración de rutas de trabajo, así como la creación de mapas interactivos de investigación y difusión. Con este texto se quiere invitar a todo aquel que se ocupa de salvaguardar el patrimonio cultural a para aprovechar los recursos disponibles y proponer planes preventivos en materia de bienes culturales, así como estrategias consolidadas de mitigación, corrigiendo y potencializando las experiencias documentadas.

## Palabras clave

Mapas; mapeo colaborativo; patrimonio cultural en riesgo; desastres naturales; censo de daños.

## Abstract

*Considering their utility and easy implementation, this paper describes the procedure and achievements of digital map generation for the damage census, during the mitigation of the emergency by the earthquakes in Mexico of September 2017, which were devastating for Mexican cultural heritage. Besides, it presents the potential of digital maps and its application for the Cultural Heritage's Conservation, such as the identification and monitoring of heritage at risk, definition of work routes and the creation of interactive maps for research and dissemination. This paper is meant to invite those who are concerned with safeguarding the cultural heritage to take advantage of available resources and propose preventive plans on cultural heritage, as well as consolidated mitigation strategies, correcting and enhancing the documented experiences.*

## Keywords

*Maps; collaborative mapping; cultural heritage at risk; natural disaster; damage census.*



### Censo de daños al patrimonio cultural

Los pasados 7 y 19 de septiembre del 2017 el patrimonio cultural mexicano se vio afectado gravemente debido a los sismos que golpearon diferentes zonas del país, sufriendo daños importantes diversos bienes culturales, tanto monumentos históricos, como zonas arqueológicas y patrimonio paleontológico en los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Guerrero, Estado de México, Ciudad de México y, en menor medida, Hidalgo, Veracruz y Tabasco (Jiménez, 2018).

Ante dicha emergencia, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), a través de sus diferentes áreas, llevó a cabo múltiples acciones de respuesta que comenzaron con la organización de brigadas conformadas por diferentes profesionales, tanto del Instituto como de otras dependencias, con el objetivo de emprender tareas emergentes de rescate y resguardo de bienes, entre muchas otras enfocadas a la mitigación de daños en el patrimonio cultural. Lo anterior, permitió generar un censo de daños con el que se dimensionó la gravedad de las afectaciones ocasionadas por los sismos y permitió poner en marcha un plan de recuperación y, en otros casos, reconstrucción del patrimonio, para el cual se vuelve prioritaria la obtención de recursos financieros.

Para poder visualizar la importancia de las acciones realizadas y como se engranan con la obtención de recursos, hay que entender que “los censos constituyen un procedimiento de generación de estadísticas que permite recabar información en todas y cada una de las unidades de observación de la población objeto de estudio” (INEGI, 2018); asimismo, que los instrumentos financieros disponibles en México como medios encaminados a la reconstrucción son:

1. Los apoyos del Fondo Nacional de Desastres Naturales (Fonden), que es un instrumento financiero cuyo objetivo es “atender los efectos de desastres naturales, imprevisibles, cuya magnitud supere la capacidad financiera de respuesta de las dependencias y entidades paraestatales, así como de las entidades federativas” (Sinaproc, 2018). En particular, los Apoyos Parciales Inmediatos (Apin) que son mecanismos dirigidos a financiar acciones urgentes derivadas del desastre, mientras se lleva a cabo la evaluación y cuantificación de los daños; estos apoyos deben ser solicitados dentro de los 7 días hábiles siguientes a la emisión de Declaratoria de Desastre Natural (Morales, 2017).
2. El Seguro INAH, consiste en la contratación de una póliza de seguro contra desastres naturales y terroristas, en el cual se encuentra inscrito todo el patrimonio cultural mexicano, e interviene cuando éste se ve afectado por algún siniestro, pudiendo utilizar el recurso para cubrir las afectaciones causadas.

Para tener acceso a este tipo de recursos, existen requerimientos de información específicos para cada uno de los bienes afectados, a lo que se suma la premura del tiempo para reunirlos. Dichos requerimientos se lograron recabar gracias a la colaboración entre las brigadas de campo y los equipos de trabajo en gabinete, pertenecientes a distintas áreas del INAH, que reunieron, evaluaron y capturaron los datos. Además se encargaron del rescate, limpieza, protección y resguardo de obra, a la vez que documentaron detalladamente el estado en el cual encontraron los bienes culturales después del sismo. La información se sistematizó, con el propósito de elaborar dictámenes de los bienes culturales inspeccionados, a través del llenado de fichas de daños, formatos con información de la obra, fotografías, actas de movimiento y resguardo de obra, por mencionar algunas.



En la medida en que se fue concentrando y contabilizando la información obtenida de las zonas afectadas en cada una de las áreas del INAH, se desarrollaron estadísticas regionales clasificadas por diferentes niveles de afectación, que al irse sumando, formaron el censo de daños por el sismo a nivel nacional.

Como parte de los equipos de trabajo en gabinete constituidos por la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC), el Laboratorio de Documentación y Análisis Tridimensional (Lab3D) colaboró con la elaboración de mapas digitales de las zonas de desastre definidas por las brigadas de rescate, concluyendo al final de los recorridos con trece mapas de: Centro Histórico de la Ciudad de México; Cuauhtémoc; Iztacalco; Benito Juárez; Coyoacán; Álvaro Obregón; Tláhuac; Xochimilco; Atlixco, Puebla; Izúcar de Matamoros, Puebla; Huaquechula, Puebla; Estado de México y Estado de Morelos (Figura 1).

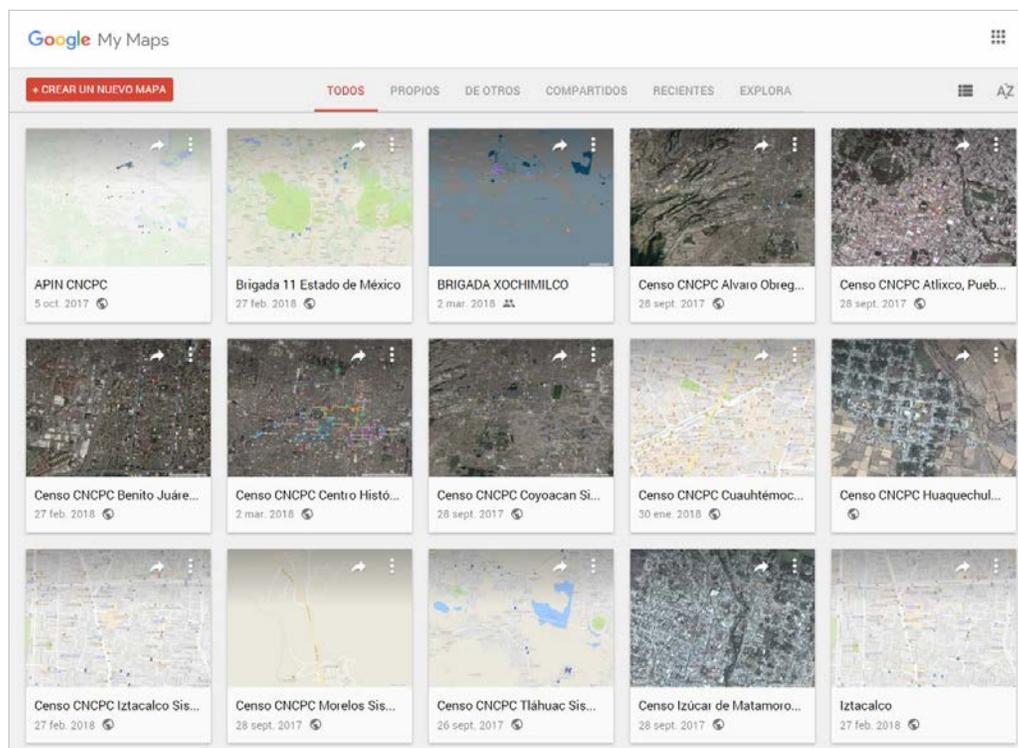


Figura 1. Plataforma de la aplicación My Maps donde se muestran los mapas generados para el Censo de daños de bienes culturales a causa de los sismos del 7 y 19 de septiembre 2017 en México. Imagen: *María Fernanda López Armenta*, ©Lab3D-CNCPC, 2017.

## Mapas digitales

Inicialmente, los sitios que iban a ser revisados se ubicaron en un mapa impreso, esta acción fue meramente por cuestiones de accesibilidad: dónde se encontraban y cómo llegar a ellos. Asimismo, se pensó que era una forma gráfica de identificar las áreas de la ciudad conforme iban siendo atendidas. Sin embargo, en el Lab3D, se tomó la decisión de registrar esos puntos también en un mapa digital, del que después se pudiera obtener el dato de geolocalización (coordenadas



geográficas) y se aprovecharan las ventajas que brinda: la portabilidad, facilidad para editar y compartir, posibilidad de consulta a diferentes escalas y de mostrar u ocultar información en tiempo real. Por ello, se implementó un procedimiento para el levantamiento de daños en brigadas, en el cual se incluyera la recolección de este tipo de datos.

Con el objetivo de ubicar en un mapa los inmuebles considerados para su revisión, proporcionar una herramienta mediante la cual el personal de las brigadas pudiera, además, enriquecer el mapa con observaciones y fotografías de los bienes inspeccionados, así como, para posibilitar que esta información fuera revisada en gabinete en tiempo real, o en el menor tiempo posible, se decidió utilizar la plataforma My Maps de Google<sup>1</sup>.

De este modo, se generó una base de datos con la información recabada en campo, necesaria para llevar el recuento de los daños ocasionados al patrimonio cultural en la Ciudad de México, Estado de México, Puebla y Morelos, que además proporcionó las coordenadas geográficas de los bienes culturales para los que se requiriera solicitar recursos Apin o de seguros INAH.

Para la implementación de esta aplicación, se impartió a los brigadistas de la CNCPC una breve capacitación para su uso; además se brindaron asesorías adicionales a personal en otras áreas de la INAH. Aunado a lo anterior, se instruyó a personal de la CNCPC para colaborar con el Lab3D en la generación de mapas digitales mencionados, uno por cada zona asignada a las brigadas.

Los punteros colocados en el mapa digital corresponden con los monumentos o, en su defecto, bienes inmuebles que albergan otros bienes culturales (muebles o inmuebles por destino). A cada puntero se le precargaron campos para llenado de datos como: *Descripción*, *Bienes muebles*, *Bienes inmuebles por destino*, *Fecha de visita*, así como la opción para subir fotografías representativas de los daños.

Los brigadistas capturaban en campo la información a través de la aplicación y a la vez podían agregar nuevos punteros cuando visitaban algún lugar que no estaba contemplado inicialmente. Del mismo modo, organizaron los punteros en diferentes capas según el nivel de afectación, e incluso planificaron rutas de inspección por medio de las herramientas propias de la aplicación para optimizar los tiempos de recorrido (Figura 2).

Uno de los requerimientos de información para la solicitud de recursos Apin fue incluir fotografías georeferenciadas, al no contar con cámaras con GPS integrado, ni instrumentos GPS especiales, este procedimiento lo realizaron los brigadistas utilizando sus dispositivos móviles inteligentes, que también permiten guardar la ubicación. Posteriormente, al hacer entrega de las fotografías, se rectificaron las posiciones geográficas ya que los dispositivos móviles tienen un rango de error de varios metros. Para los edificios visitados ese error no causó mayor problema ya que la mayoría de las fotografías se ubicaban dentro de los límites del inmueble (atrios) o en las inmediaciones. Un caso más complicado fue el de los monumentos que se encuentran a lo largo del Paseo de la Reforma en la Ciudad de México, ya que se trata de monumentos muy parecidos entre sí y con mínimas distancias entre los mismos, por tanto el error de geolocalización era mayor, e impedía saber exactamente a cuál monumento se refería la fotografía (Figura 3).

---

<sup>1</sup> Google My Maps es una aplicación que permite al usuario crear y editar mapas personalizados y compartirlos en línea. Disponible en <<https://www.google.com/maps/about/mymaps/>>.



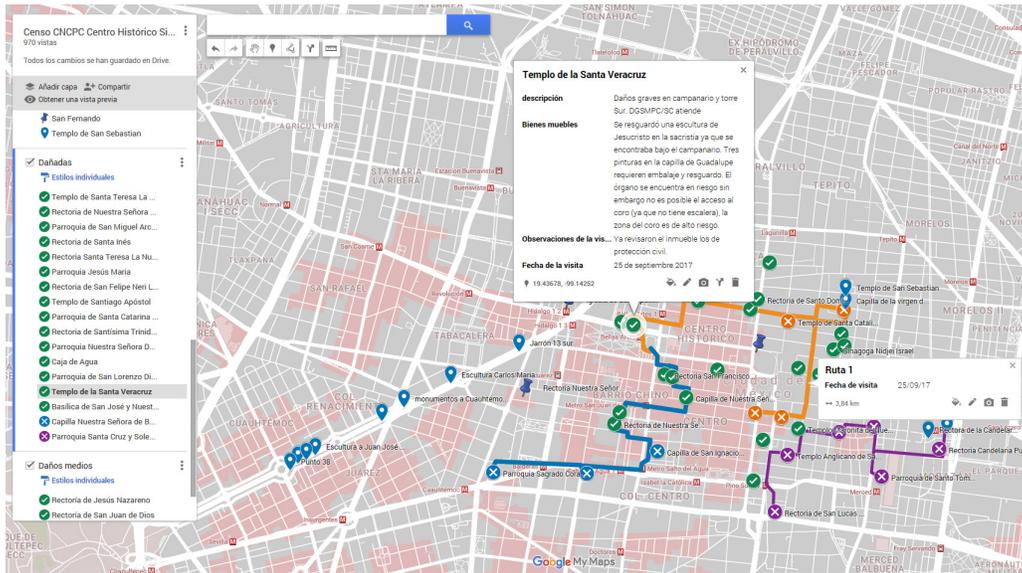


Figura 2. Visualización en la aplicación My Maps del mapa digital del Centro Histórico de la Ciudad de México, con la información capturada por la brigada de la CNCPC asignada a la inspección del Perímetro A del Centro Histórico. Imagen: María Fernanda López Armenta, ©Lab3D-CNCPC, 2017

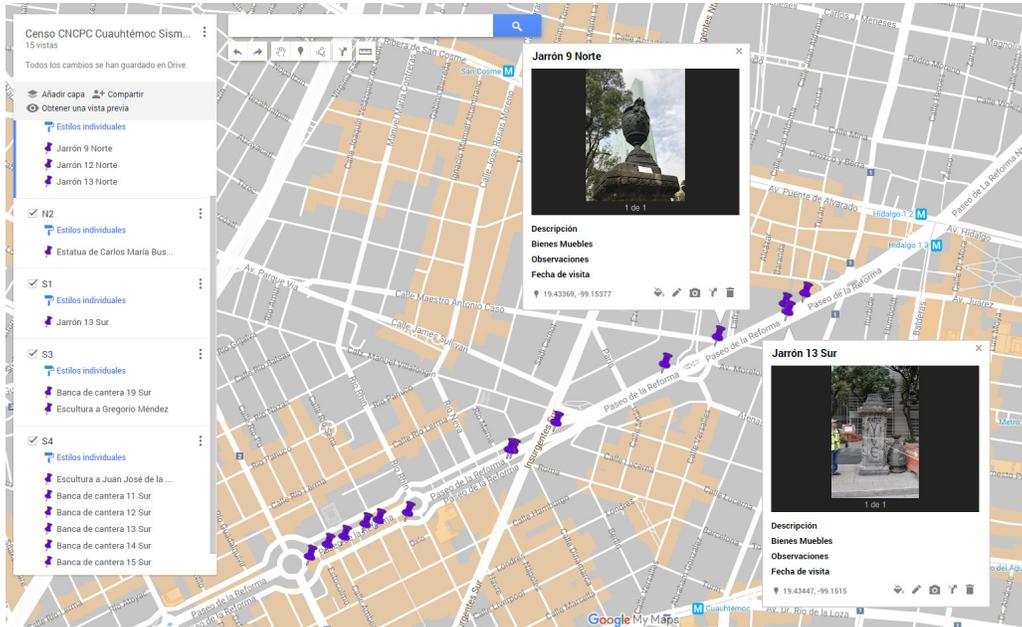


Figura 3. Visualización en la aplicación My Maps del mapa digital de la delegación Cuauhtémoc de la Ciudad de México, con la información capturada por la brigada de la CNCPC asignada a la inspección de los monumentos ubicados en el Paseo de la Reforma; en las imágenes de los punteros se aprecian la similitud de los monumentos y su cercanía. Imagen: María Fernanda López Armenta, ©Lab3D-CNCPC, 2017.



Cabe mencionar que es precisamente en este tipo de casos, por los que la geolocalización de los bienes es un dato fundamental; puesto que un error de este tipo podría impedir la atención del bien cultural, al confundirlo con otro que quizás no la requiera. Para compensar esta situación, se utilizaron como referencia algunos elementos visibles en las fotografías, tales como edificios o características propias del mobiliario urbano, que con apoyo de la vista satelital y de la vista de calle de Google Maps permitieron ubicar de manera más precisa los bienes.

Cuando las fotografías no estaban georeferenciadas se recurrió al software *Geo Setter* que permitió cargar como metadatos<sup>2</sup> las coordenadas correspondientes en el archivo fotográfico. Del mismo modo, se utilizó el software *GPS Track Maker*, para convertir los datos de geolocalización, en archivos de intercambio conocidos como GPX<sup>3</sup>, mismos que se integraron en un expediente junto con las imágenes y el resto de la información de la situación/necesidad de los bienes para solicitar los apoyos pertinentes.

### Otras aplicaciones y potencial de los mapas digitales

Varios autores (Gunes, A. Ertug *et al.*, 2000; Santoro, 2017) coinciden en la importancia que tiene la captura y distribución de datos geoespaciales en la gestión de situaciones de emergencia. Una vez alimentados, los mapas que se generaron para las brigadas constituyen en sí una base de datos de fácil acceso con mucho potencial.

Durante la etapa crítica de primera respuesta, en las áreas afectadas por el sismo del 19S, se implementó la herramienta *Google Crisis Map*, diseñada para ayudar a la gente a encontrar, usar y compartir información útil durante la emergencia (Google, 2018). Cabe mencionar que posteriormente en la Ciudad de México se generaron varios mapas siguiendo el mismo esquema de mapeo colaborativo (Barragán, 2017; Sánchez, 2017; Notimex, 2017) —cuyo propósito fue recabar y proporcionar datos relevantes como localización de albergues, centros de acopio, derrumbes, fugas de gas, bloqueo de vialidades, entre otras cosas— sucedido también en otros escenarios catastróficos como se reporta en diversos trabajos (Zook *et al.*, 2010; Erskine *et al.*, 2012). Lo que resulta curioso es que en estos mapas colaborativos no se reportaron los daños al patrimonio cultural, incluso cuando hubo inmuebles importantes que presentaron colapsos y tuvieron amplia cobertura mediática (Aguilar *et al.*, 2017).

Este descubrimiento nos llevó a proponer una herramienta más de respuesta para emergencias. Así como se hizo un llamado a la comunidad a reportar daños en el patrimonio cultural habilitando un correo electrónico y un número telefónico, el mapeo colectivo es una herramienta práctica, que además facilita identificar la ubicación exacta de los sitios que no son tan fáciles de encontrar, ya que si los reportes se hacen georeferenciados por la misma comunidad mediante la aplicación, no es necesario dedicar tanto tiempo en gabinete a realizar recorridos en vista de calle de Google, como se hizo en algunos casos.

<sup>2</sup> Los metadatos son datos propios de los archivos digitales que contienen información sobre el archivo mismo, en el caso de imágenes por ejemplo: la fecha y la hora en la que han sido tomadas, con qué cámara o teléfono, desde dónde (si el GPS está activado), calidad, tamaño, etc. (Moya, 2015)

<sup>3</sup> Los archivos GPX son compatibles con diferentes dispositivos de geolocalización, por tanto es el formato solicitado por el Fonden para integrar al expediente de solicitud de recursos.



Otra aplicación de los mapas fue la aportación que hizo la NASA de un mapa de aproximación de daño (El Universal, 2017), generado por su equipo ARIA (Advanced Rapid Imaging and Analysis) que muestra las áreas potencialmente dañadas durante el terremoto. Esto se logra a partir de la comparación de imágenes de radar satelital antes y después del siniestro, en ella se logran ver las áreas que sufrieron cambios en la superficie del terreno o de los edificios (ARIA, 2017).

Hay que recalcar que la información geoespacial es muy versátil, puesto que es posible combinar diferentes capas de información para poder realizar los análisis que sean pertinentes. Por ejemplo, se puede combinar el mapa de los sitios que va a visitar determinada brigada, con los mapas de alerta que indican las zonas de peligro en la ciudad: de modo que las rutas de acceso pueden ser planeadas de manera óptima, evitando poner en riesgo a los brigadistas y reduciendo los contratiempos.

A su vez, las capas de información generadas con una sencilla aplicación pueden integrarse a sistemas de información geográfica (SIG) más complejos, como es el Atlas Nacional de Riesgos (ANR) que constituye una colección cartográfica de peligros y riesgos a escala nacional, estatal y municipal, que comprende además estadísticas y datos históricos en materia de impacto de desastres naturales y antrópicos (México *et al.*, 2001). Actualmente el ANR es de consulta pública<sup>4</sup> mediante una plataforma sencilla de usar, que además permite descargar y cargar datos geoespaciales —como los generados durante nuestro censo— para contrastarlos y hacer análisis específicos (Figura 4). También es importante mencionar que el ANR incluye capas de información relacionada con patrimonio paleontológico, monumentos históricos, zonas arqueológicas y museos INAH (INAH TV, 2017).

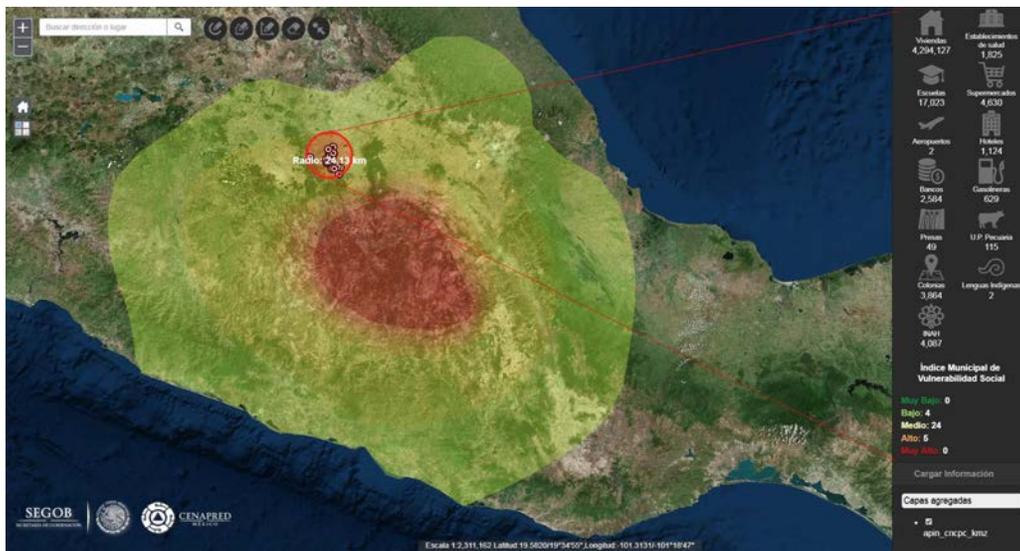


Figura 4. Visualización del ANR con las siguientes capas cargadas: 1) Aceleraciones del suelo del sismo del 19 de septiembre 2017. 2) Puntos de geolocalización de inmuebles candidatos a solicitud de Apin. 3) Información estadística de polígono seleccionado. Imagen: ©María Fernanda López Armenta, Lab3D-CNCPC, 2018 (con información estadística y cartográfica recuperada del Atlas Nacional de Riesgos).

<sup>4</sup> Disponible en <<http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>>.



Aprovechando la variedad de capas, se puede hacer una relación analítica entre ellas para obtener panoramas de vulnerabilidad en que se encuentran los bienes culturales, según su ubicación geográfica, y proponer acciones de protección específicas.

## Conclusiones

Como se expuso en este corto análisis, la utilización de los mapas digitales demostró tener variadas aplicaciones, no sólo en el caso de mitigación de la emergencia, sino que también pueden ser usados en la etapa de reconstrucción, en prevención para futuros eventos, e incluso como herramientas de investigación, difusión y recursos educativos.

Con esta experiencia resulta evidente que se tienen que definir nuevos planes de prevención y reforzar los existentes. A nivel global, existen ya distintos documentos e instrumentos normativos (convenciones, cartas culturales, declaraciones, principios, leyes) que pueden ser un punto de partida para evitar o mitigar en el futuro los estragos que los fenómenos naturales pueden causar en el patrimonio cultural de nuestro país. Lo anterior, incluyendo la información geoespacial digital existente, aprovechando los avances científicos, tecnológicos, informáticos, así como las actuales tendencias de comunicación y generación de conocimiento colectivo. Todo esto con un solo propósito: sumar esfuerzos para la investigación, conservación y difusión del patrimonio cultural de México.

\*

## Referencias

Aguilar, Yanet y Ventura, Abida (2017) "Sismo deja daños en Catedral Metropolitana y en iglesias de la Ciudad", *El Universal* [en línea] disponible en: <<http://www.eluniversal.com.mx/cultura/patrimonio/sismo-deja-danos-en-catedral-metropolitana-y-en-iglesias-de-la-ciudad>> [consultado el 6 de abril de 2018].

ARIA (2017) *Satellite Radar Detects Damage from Sept. 19, 2017 Raboso, Mexico Quake* [en línea], disponible en: <<https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA21963>> [consultado el 10 de abril de 2018].

Barragán, Sebastián (2017) "MAPA: Aquí puedes revisar los edificios colapsados y centros de acopio", *Aristegui Noticias* [en línea], disponible en: <<https://aristeginoticias.com/1909/mexico/mapa-aqui-puedes-revisar-los-edificios-colapsados-y-centros-de-acopio/>> [consultado el 6 de abril de 2018].

Erskine, Michael A. y Gregg, Dawn G. (2012) "Utilizing Volunteered Geographic Information to Develop a Real-Time Disaster Mapping Tool: A Prototype and Research Framework", en *CONF-IRM 2012 Proceedings*, Paper 27, disponible en: <<https://www.msudenver.edu/media/content/etc/Utilizing%20Volunteered%20Geographic%20Information%20to%20Develop%20a%20Real-Ti.pdf>> [consultado el 6 de abril de 2018].

El Universal (2017) "La NASA entregó mapa de zonas dañadas al gobierno mexicano", *El Universal* [en línea], disponible en: <<http://www.eluniversal.com.mx/ciencia-y-salud/ciencia/la-nasa-entrego-mapa-de-zonas-danadas-al-gobierno-mexicano>> [consultado el 10 de abril de 2018].





Google (2018) *Google Crisis Response* [en línea], disponible en: <<https://crisisresponse.google/>> [consultado el 6 de abril de 2018].

Gunes, A. Ertug y Kovel, Jacob P. (2000) "Using GIS in Emergency Management Operations", *Journal of Urban Planning and Development* 126(3): 136–149, disponible en: <[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2000\)126:3\(136\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9488(2000)126:3(136))> [consultado el 6 de abril de 2018].

INAH TV (2017) *PREVINAH OK* [video en línea], disponible en: <<https://www.youtube.com/watch?v=K5dCS0mSlw>> [consultado el 4 de abril de 2018].

INEGI (2018) *Censos* [en línea] disponible en: <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/>> [consultado el 11 de abril de 2018].

Jiménez, Arturo Sánchez (2018) "Sismos causaron daños por 12 mil mdp a patrimonio histórico: INAH", *La Jornada* [en línea], disponible en: <<http://www.jornada.com.mx/ultimas/2018/02/28/sismos-causaron-danos-por-12-mil-mdp-a-patrimonio-historico-inah-9533.html>> [consultado el 11 de abril de 2018].

México, Secretaría de Gobernación y Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001) *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México: atlas nacional de riesgos de la República Mexicana*, México, Secretaría de Gobernación/Sistema Nacional de Protección Civil/Centro Nacional de Prevención de Desastres [pdf], disponible en: <<http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/diagnostico.pdf>> [consultado el 4 de abril de 2018].

Morales Cisneros, Gabriela (2017) *Recursos federales para la atención de desastres naturales en México* [en línea], disponible en: <<http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/3715>> [consultado el 4 de abril de 2018].

Moya, Eva (2015) *7 Herramientas para consultar metadatos de .jpg online* (Exif) [blog], junio de 2015, disponible en: <<http://inteligenciacomunicaciononline.blogspot.com/2015/06/7-herramientas-para-consultar-metadatos.html>> [consultado el 12 de abril de 2018].

Notimex (2017) "Mapas colaborativos, herramientas de ayuda en emergencias", *El Universal* [en línea] disponible en: <<http://www.eluniversal.com.mx/techbit/mapas-colaborativos-herramientas-de-ayuda-en-emergencias>> [consultado el 6 de abril de 2018].

Sánchez, Jatziri (2017) "Lanzan mapa colaborativo para continuar con la ayuda a México", *El Universal* [en línea], disponible en: <<http://www.eluniversal.com.mx/techbit/lanzan-mapa-colaborativo-para-continuar-con-la-ayuda-mexico>> [consultado el 6 de abril de 2018].

Santoro, E. (2017) "The acquisition, production and dissemination of geospatial data for emergency management and preservation of cultural heritage", *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-5/W1: 15–24, disponible en: <<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-5-W1/15/2017/isprs-archives-XLII-5-W1-15-2017.pdf>> [consultado el 6 de abril de 2018].

Sinaproc (2018) *Protección Civil, Dirección General Para La Gestión de Riesgos* [en línea], disponible en: <[http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Que\\_es](http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Que_es)> [consultado el 5 de abril de 2018].

Zook, Matthew, Graham, Mark, Shelton, Taylor y Gorman, Sean (2010) "Volunteered Geographic Information and Crowdsourcing Disaster Relief: A Case Study of the Haitian Earthquake", *World Medical and Health Policy*, 2 (2): 6–32, disponible en: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2202/1948-4682.1069>> [consultado el 6 de abril de 2018].

