

Histórico de inundaciones, lluvias extremas y los atlas de riesgos. El caso de Victoria de Durango, México

Flooding, Extreme Rainfall and Risk Atlases' Historical. The Case of Victoria de Durango, Mexico

Elfide Mariela Rivas Gómez*  <https://orcid.org/0000-0003-4011-0119>
Carlos Estuardo Aparicio Moreno**  <http://orcid.org/0000-0002-4231-7503>
Diego Armando Martínez Cruz***  <https://orcid.org/0000-0002-7304-2928>
María Teresa Alarcón Herrera****  <https://orcid.org/0000-0003-1168-8544>

Resumen

Objetivo: analizar la información sobre las precipitaciones pluviales ocurridas desde el siglo XVIII hasta la segunda década del siglo XXI en Victoria de Durango, México, mediante documentación histórica que se contrasta con los datos meteorológicos y el Atlas de Riesgos de dicha ciudad. Metodología: estudio histórico de las inundaciones, la observación de datos hidrometeorológicos y entrevistas aplicadas a algunos actores de la ciudad. La información histórica, producto de fuentes documentales y entrevistas a historiadores, se conjuntó con las fuentes oficiales. Resultados: la caracterización de los daños y riesgos asociados con las inundaciones, además de la descripción, el desarrollo y las causas de éstas. Limitaciones: el Atlas de Riesgos de Victoria de Durango no proporciona información histórica sobre desastres, daños y pérdidas. Valor: la carta de las zonas de inundación elaborada aquí muestra periodos de cien años de retorno de lluvias y describe la severidad del fenómeno. Conclusiones: los atlas de riesgos deben incluir evidencias documentadas en archivos históricos, tales como información cartográfica, investigación periodística y el saber de los historiadores. **Palabras clave:** inundaciones históricas; Atlas de riesgos; Victoria de Durango; planeación urbana.

Abstract

Objective: to analyze the information on rainfall that occurred from the 18th century to the second decade of the 21st century in Victoria de Durango, Mexico, through historical documentation contrasted with meteorological data, and the Risk Atlas from that city. Methodology: floods historical study, hydro-meteorological data observation, and interviews applied to city actors. Historical information, a product of documentary sources and interviews with historians, was combined with official sources. Results: characterization of damages and risks associated with floods, as well as their description, development and causes. Limitations: the Risk Atlas of Victoria de Durango does not provide historical information on disasters, damages and losses. Value: a flood zone map is drawn up, showing 100 years return periods, describing the phenomenon severity. Conclusions: the risk atlases must include documented evidence in historical archives, such as cartographic information, journalistic research and the historians' knowledge. **Keywords:** historical flooding; Risk Atlas; Victoria de Durango; urban planning.

■ **Cómo citar:** Rivas Gómez, E. M., Aparicio Moreno, C. E., Martínez Cruz, D. A., y Alarcón Herrera, M. T. (2022). Histórico de inundaciones, lluvias extremas y los atlas de riesgos. El caso de Victoria de Durango, México. *región y sociedad*, 34, e1540. doi: 10.22198/rys2022/34/1540

* Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Arquitectura. Avenida Universidad s. n., Ciudad Universitaria, C. P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Correo electrónico: rgjunior69@gmail.com

** Autor para correspondencia. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Arquitectura. Avenida Universidad s. n., Ciudad Universitaria, C. P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Correo electrónico: caparicio55@yahoo.com

*** Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., Unidad Durango, Departamento de Ingeniería Sustentable. Calle CIMAV Núm. 110, Ejido Arroyo Seco, C. P. 34147, Durango, Durango, México. Correo electrónico: diego.martinez@cimav.edu.mx

**** Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., Unidad Durango, Departamento de Ingeniería Sustentable. Calle CIMAV Núm. 110, Ejido Arroyo Seco, C. P. 34147, Durango, Durango, México. Correo electrónico: teresa.alarcon@cimav.edu.mx

Recibido: 29 de agosto de 2021
Aceptado: 2 de febrero de 2022
Liberado: 30 de marzo de 2022



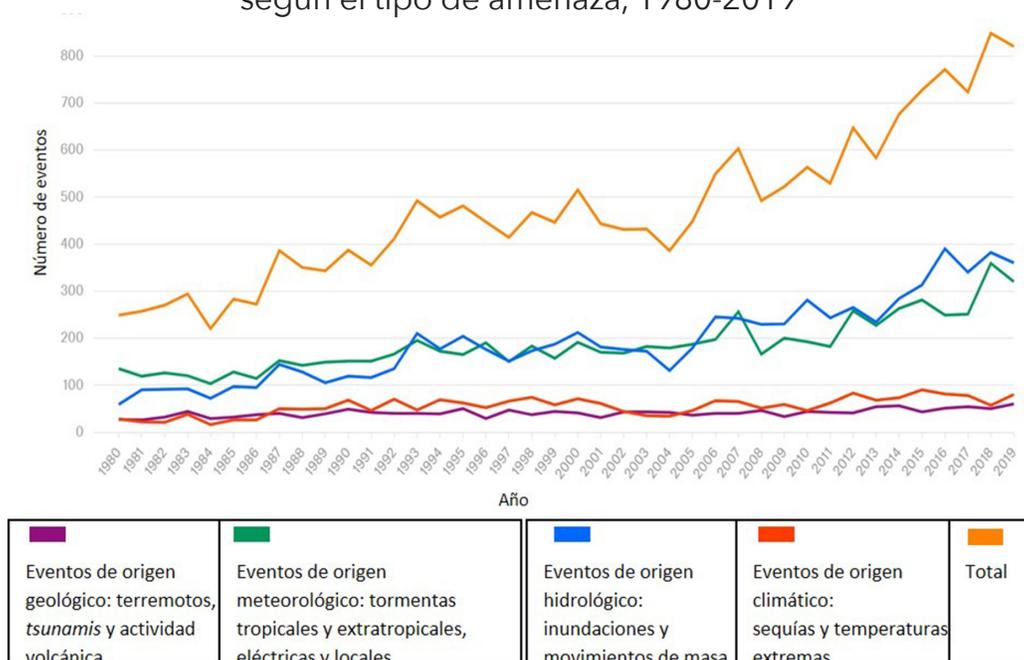
Esta obra está protegida bajo una Licencia
Creative Commons Atribución-No Comercial
4.0 Internacional.

Introducción

Los análisis de riesgos y de daños debidos a las inundaciones han recibido gran atención por parte de las ciencias de la tierra, las cuales, a través de diferentes metodologías, estudian la dinámica fluvial, establecen periodos de retorno de las lluvias y delimitan las zonas de riesgo de inundación, entre otras cosas, a través de modelos matemáticos y datos históricos de precipitaciones de caudal y de precipitaciones pluviales (Garnica y Alcántara, 2004). Sin embargo, muchas de esas estimaciones se efectúan con pocos años de registro y en algunas regiones ni siquiera existe la información. Con estas limitaciones, los resultados de las modelaciones hidrológicas de las inundaciones podrían provocar grandes incertidumbres. Pero el uso de métodos alternativos constituiría una herramienta para entender mejor los procesos de inundación y de mitigación de los riesgos, así como para enriquecer los métodos convencionales de análisis de riesgo por inundaciones (Diakakis, 2010).

Los desastres causados por eventos hidrometeorológicos, como las lluvias, dominan las estadísticas a escala mundial (Munich Reinsurance Company [Munich RE], 2022). Se trata de fenómenos que se encuentran muy ligados a procesos atmosféricos que se están alterando, lo que se traduce en precipitaciones extremas y ciclones tropicales, entre otros eventos (véase figura 1). Todos los ecosistemas y los territorios poblados del globo terráqueo han sufrido al verse potenciados otros fenómenos naturales, tales como las heladas, las olas de

Figura 1. Desastres socio-naturales a escala planetaria según el tipo de amenaza, 1980-2019



Fuente: Munich RE (2022) con anotaciones de los autores.

calor, las inundaciones y la desertificación de los suelos, los que se han convertido en una amenaza que afecta a toda la humanidad en el siglo XXI, y que tal vez compitan con la escalada terrorista de organizaciones fundamentalistas internacionales (Beck, 2002, pp. 56, 220 y 232).

El impacto de los desastres naturales en América Latina se refleja en cifras en distintos informes. Así, tomando en cuenta la información recolectada de la base de datos y de las publicaciones estadísticas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016), de The International Disaster Database y de The Emergency Events Database del Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [CRED-EM-DAT], 2016), en la tabla 1 se presentan los desastres que tuvieron lugar en América Latina entre 1990 y 2015 y sus efectos.

Tabla 1. Eventos naturales y extremos en América Latina, 1990-2015

Eventos naturales	
Geofísicos	Subtotales
Número de eventos	162
Personas afectadas	16 338 016
Pérdidas humanas	228 008
Climatológicos	Subtotales
Número de eventos	1 040
Personas afectadas	170 003 796
Pérdidas humanas	85 693
Totales	
Número de eventos	1 202
Personas afectadas	186 341 812
Pérdidas humanas	313 701

Fuente: elaboración propia con base en la CEPAL (2016) y (CRED-EM-DAT, 2016).

Según la información expuesta, durante el periodo mencionado, en esa región del planeta se cuantificaron 1 202 fenómenos de origen geofísico y climatológico que en conjunto acumularon 313 700 muertes y 186 342 000 personas afectadas. La primera categoría comprende terremotos, erupciones volcánicas y desplazamientos de masa seca. La segunda está ligada a tormentas, inundaciones, desplazamientos de masas húmedas, temperaturas extremas, sequías e incendios. Tan sólo estos últimos eventos de origen socio-natural fueron 1 040 y en 2016 causaron la muerte de 85 000 personas y afectaron a otras 170 000 000 (CEPAL, 2016; CRED-EM-DAT, 2016).

La abrumadora realidad antes descrita afecta la cotidianidad de las sociedades: hay numerosas víctimas fatales, desplazamientos migratorios, destrucción masiva de hogares e infraestructuras y reformulación de la inversión destinada al desarrollo de los países, lo que se ve traducido en millones de dólares para la

reconstrucción, gasto que produce un descalabro económico en los presupuestos nacionales. El informe *Estado de las ciudades de México* (Organización de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos [ONU-HABITAT] y SEDESOL, 2011, p. 68) permite verificar el significativo impacto de los desastres producto de fenómenos hidrometeorológicos que, aunados al crecimiento urbano sin planeación, a la pobreza y al deterioro ambiental, han intensificado la desertificación en el norte del país y aumentado las inundaciones en los litorales del golfo de México y en la península de Yucatán. En la infografía que presenta el Centro Nacional de Prevención de Desastres de México (CENAPRED, 2019) se pueden observar estadísticas en las que sobresale el abultado inventario histórico de eventos de origen hidrometeorológico a los que ha estado sometido México, así como el costo que dichos fenómenos han representado para el país según la cuantificación del CENAPRED (véase figura 2). Este organismo considera el sismo que afectó la Ciudad de México en 1985 como el siniestro más devastador de la historia del país en términos económicos y de pérdidas humanas. Además, se señala que 86.8% de los daños y pérdidas entre 2000 y 2018 han sido de origen hidrometeorológico.

Objetivo

El objetivo del presente artículo es analizar la información sobre las precipitaciones pluviales ocurridas desde el siglo XVIII hasta la actualidad en la ciudad de Victoria de Durango, México, mediante información documental histórica, poniendo el énfasis en las inundaciones de 1906 y de 2016 y contrastando la información con los datos de las estaciones meteorológicas del área de estudio y con el *Atlas de Riesgos* de dicha ciudad.

Metodología

La metodología empleada procura integrar, mediante herramientas tecnológicas, información histórica, cartográfica y aquella que proviene de fuentes oficiales. La investigación se divide en los siguientes pasos:

1. Observación *in situ*, la cual permitió determinar la pertinencia de este trabajo para la capital del estado de Durango.
2. Entrevistas en profundidad. En el marco de una investigación doctoral, de la cual se deriva este trabajo, se realizaron 31 entrevistas individuales y grupales, atendiendo el principio de saturación teórica (Glaser y Strauss, 1967). Se entrevistaron personas de la sociedad civil organizada —cuyos proyectos o actividades se destacaban en la ciudad—, empresarios, industriales, técnicos y sobre todo directivos de instituciones del poder público. Entre las personas entrevistadas, sobresalieron dos historiadores de la ciudad, Javier Guerrero y Miguel Vallebuena, quienes en octubre de 2018 (fecha de la entrevista) eran el cronista de Victoria de Durango y el director del Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, respectivamente.

Figura 2. Inventario de desastres en México, 1980-2017



Fuente: elaboración propia con base en el CENAPRED (2019).

- Investigación documental, tanto de fuentes históricas como cartográficas. Las primeras incluyeron documentos hemerográficos, entrevistas en profundidad a historiadores de la ciudad y trabajos sobre enfoques conceptuales de eventos hidrometeorológicos y lluvias extremas (Beck, 2002; Cardona, 2012; Secretaría de Gobernación [SEGOB] y Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 2012; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] e Instituto de Ecología y Cambio Climático, 2016; Thomalla, Downing, Spanger-Siegfried, Han y Rockström, 2006).

4. Análisis estadístico de las precipitaciones relacionando la magnitud de los fenómenos extremos con su frecuencia de ocurrencia, mediante el uso de distribuciones de probabilidad (Chow, Maidment y Mays, 1994).
5. Análisis topográfico y de uso del suelo en el área de estudio.
6. Creación de un mapa de zonas inundables ante eventos de precipitación extrema.

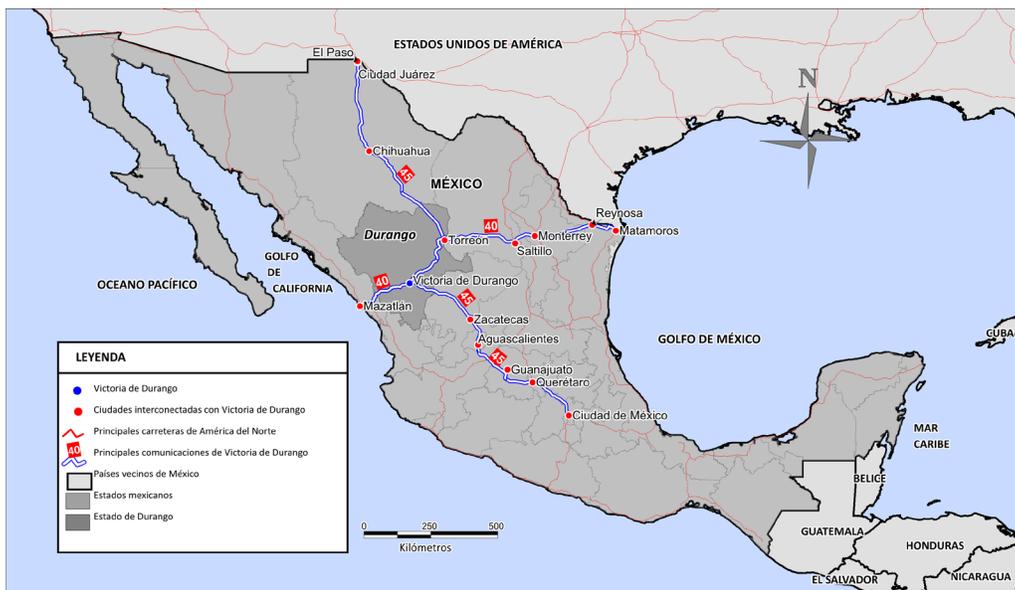
Cabe agregar que el ajuste de la función de probabilidad y el ajuste del análisis de la precipitación se obtuvieron mediante el *software* Python, versión 2.7 (Python Software Foundation, 2016). El programa ajusta distintas funciones de probabilidad (distribución normal, log normal, gumbel, exponencial, gamma y gumbel doble). En este estudio, la distribución de dos parámetros gamma fue usada debido a que se ha reportado buen ajuste para la modelación de la variabilidad en series de tiempo de precipitación en la región (Mosiño-Alemán y García, 1981). A partir de los registros diarios de precipitaciones entre 1968 y 2016 de la estación 10092-DURANGO, DGO y de la base de datos correspondiente a las estaciones climáticas superficiales de México Climate Computing Project (CLICOM) —administrada por el Servicio Meteorológico Nacional (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada [CICESE], 2015)— se obtuvieron las intensidades de precipitación asociadas con periodos de retorno de 50, 100 y 200 años.

Zona de estudio: Victoria de Durango

En términos etimológicos, el vocablo “durango” proviene del idioma euskera y significa “más allá del agua”, nombre tomado de la ciudad homónima que se encuentra en la provincia española de Vizcaya. La ciudad de Victoria de Durango es la capital del estado de Durango y cabecera municipal. Se halla en el extremo poniente del llamado valle del Guadiana en la parte central del estado y al noroeste de México. Es un centro urbano de tamaño medio (Carrión, 2013), con un poco más de 550 000 habitantes. En la figura 3 se observa que la ciudad está vinculada con los principales centros urbanos de los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Sinaloa, a través de la Carretera Federal 40, la cual corre de este a oeste, uniendo el golfo de México con el océano Pacífico. Gracias a la Carretera Federal 45, la capital duranguense se ubica en uno de los principales corredores norte-sur que comunican la Ciudad de México con la frontera norte mexicana y que conectan entre sí, además de la capital mexicana, a Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas y Chihuahua y Estado de México.

De los trabajos de Cavazos (2015) se desprende que, debido a su posición geográfica, todo el estado de Durango está expuesto a desastres relacionados con fenómenos hidrometeorológicos y climáticos, tales como inundaciones, sequías, incendios forestales y heladas, los cuales han tomado mayor fuerza como consecuencia del cambio climático.

Figura 3. Localización del estado y la ciudad de Victoria de Durango



Fuente: elaboración propia.

Medio físico-geográfico

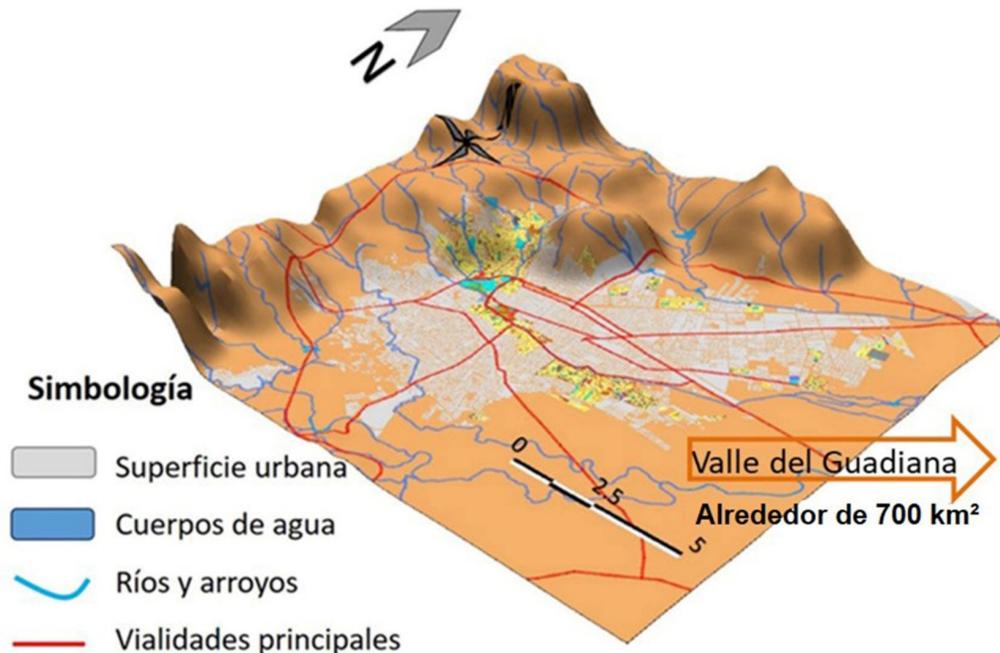
Según el *Atlas de Riesgos* del municipio de Durango (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 9), 98.8% de esta jurisdicción se localiza en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, sistema montañoso que se levanta hasta los 3 000 metros sobre el nivel del mar (msnm) y que sirve de barrera de protección contra la entrada de masas de aire provenientes del océano Pacífico. Victoria de Durango se localiza en la región oriental de la extensa planicie de la Mesa del Norte o Mesa de los Valles (Ayuntamiento de Durango, 2016). Colinda al norte y al noroeste con las estribaciones de la Sierra Madre Occidental. Nótese en la figura 4 cómo la cabecera municipal se halla emplazada en la llanura de la Gran Meseta Duranguense, con una elevación promedio de 1 890 msnm. Cabe agregar que el valle del Guadiana abarca una superficie cercana a los 700 kilómetros cuadrados (km²).

Siguiendo lo expuesto en el Plan de Desarrollo Urbano de Durango 2025 (PDUD-2025) (Ayuntamiento de Durango, 2016, p. 12), la figura 4 presenta las tres zonas topográficas de la ciudad:

1. Al noreste, este y sureste de la ciudad con pendientes entre 0% y 2% los terrenos presentan problemas para los escurrimientos pluviales y de drenaje.
2. Al norte, noroeste y suroeste de la ciudad las pendientes oscilan entre 2% y 5% y estas zonas constituyen áreas más aptas para el desarrollo urbano desde el punto de vista topográfico.

3. Al poniente y sur de la mancha urbana se ubican terrenos cerca de las estribaciones de la zona montañosa con pendientes que varían entre 5% y 30%, que por su topografía presentan problemas mayores para el desarrollo urbano. En esa última parte, cerca de la zona montañosa, se producen los escurrimientos intermitentes que llegan a la ciudad, como

Figura 4. Vista 3D de la fisiografía y del área urbana de la ciudad de Victoria de Durango



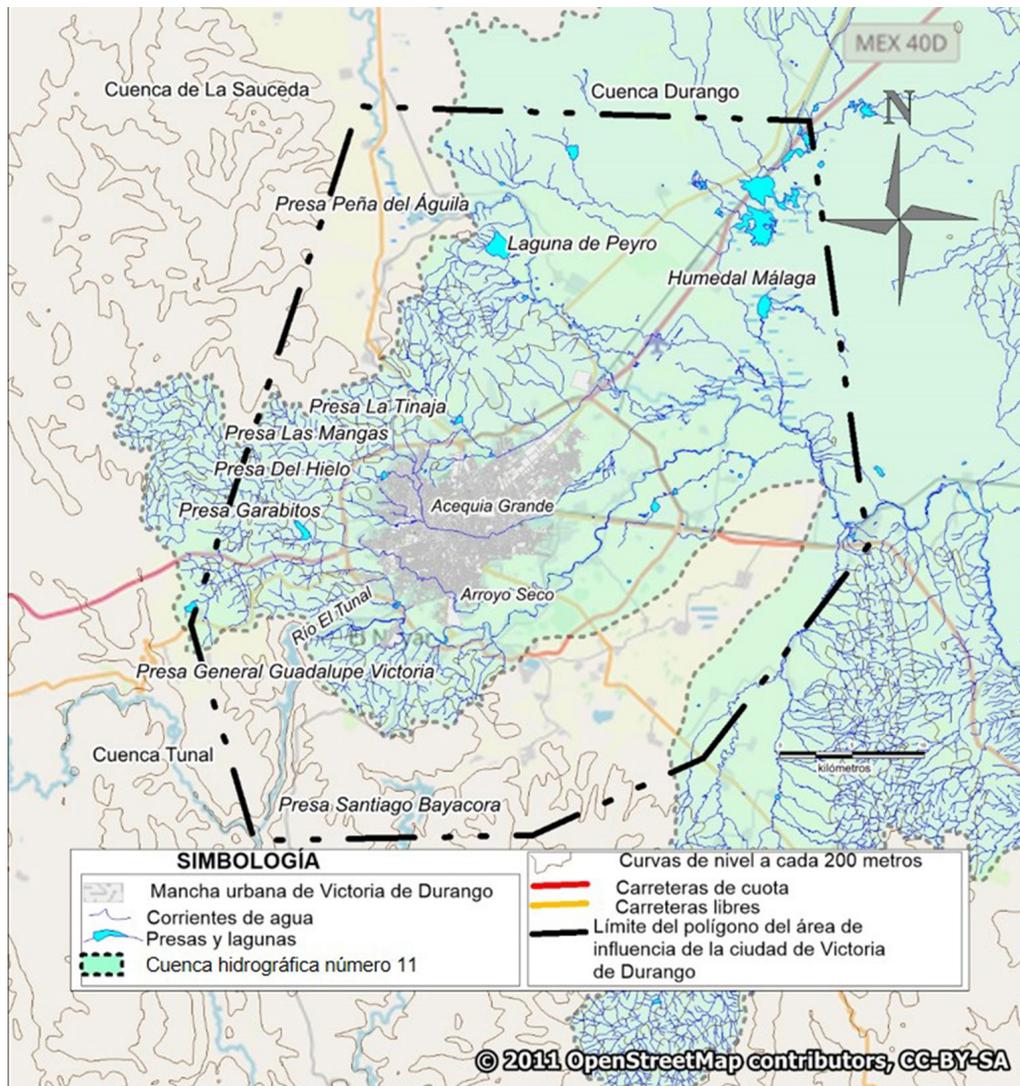
Fuente: elaboración propia con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2013).

los arroyos La Virgen, Las Mangas y la Acequia Grande. En la actualidad, la última corriente se regula mediante la Presa del Hielo, aunque debido a la presencia de desechos urbanos y materiales de construcción en los alrededores de estos cuerpos de agua, el riesgo de inundación aumenta (Coordinación Estatal de Protección Civil Durango, 2019).

Desde el punto de vista hidrológico, según el *Atlas de Riesgos* referido, el municipio pertenece a la Región Administrativa III Pacífico Norte, de las regiones hidrológicas número 11 (RH 11) Presidio-San Pedro (92.8%) y número 36 (RH 36) Nazas (7.2%). Las corrientes perennes bajan de las partes altas de la Sierra Madre Occidental y desembocan en las mesetas centrales. Los escurrimientos intermitentes se distribuyen sobre todo en la porción central del municipio, en zonas de mesetas y valles (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 26).

El documento del PDUD-2025 refiere que las principales cuencas que circundan el municipio de Durango son los ríos Durango (80 007.84 hectáreas [ha]), Santiago (35 719.92 ha), El Tunal (10 802.13 ha) y La Sauceda (14 202.60 ha). El

Figura 5. Mapa hidrológico del área de influencia de Victoria de Durango



Fuente: elaboración propia con base en la información de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2016), de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (2016) y del Plan de Desarrollo Urbano de Durango 2025 (Ayuntamiento de Durango, 2016, p. 10). Mapa de fondo: OpenStreetMap (2011).

municipio se ubica dentro de la cuenca del río San Pedro. Además, en el área de influencia de la zona de estudio se cuenta con tres presas almacenadoras de agua: General Guadalupe Victoria, Peña del Águila y Santiago Bayacora. De menor tamaño son las presas derivadoras La Tinaja, Las Mangas y la del Hielo, Garabitos, Refugio Salcido y San Lorenzo (Ayuntamiento de Durango, 2016, p. 15). La distribución geográfica de los cuerpos y presas de agua se muestra en la figura 5.

Resultados

En los resultados de esta investigación se muestran las vulnerabilidades físicas de tipo hidrometeorológico relacionadas con los tiempos de retorno de las lluvias extremas en Victoria de Durango. Se expone también la recopilación histórica de los registros de las inundaciones ocurridas desde 1720 en la ciudad, en la cual sobresalen las lluvias con periodo de retorno de cien años. Se finaliza con una comparación entre la inundación del 28 de julio de 1906 y de los días 29 y 30 de septiembre de 2016.

Vulnerabilidades físicas de tipo hidrometeorológico relacionadas con los tiempos de retorno de lluvias extremas en Victoria de Durango

Según el *Atlas de Riesgos* del municipio de Durango (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 127), los principales riesgos al que está expuesta la ciudad son las inundaciones y los escurrimientos inesperados que suponen daños considerables, producto de lluvias súbitas. Los Sistemas de Información Geográfica y el módulo *runoff* de Kuhn y Zu (2008) muestran que, durante las lluvias, las superficies pavimentadas no presentan infiltración y que su absorción es de máximo un milímetro (mm). Pero las superficies permeables, como los pastizales, favorecen la infiltración y la absorción de agua durante las precipitaciones, lo cual reduce los escenarios de riesgo.

Padilla y De la Parra (2015) señalan que “las amenazas naturales y los desastres no son hechos aislados porque regularmente tienen antecedentes en la misma zona, aunque con el paso de tiempo gradualmente se desvanece su recuerdo”, por lo que es necesario tener en cuenta los antecedentes históricos de los eventos y analizarlos con herramientas provenientes de otras disciplinas.

1. La exposición física de Victoria de Durango a las inundaciones se refleja a través de las siguientes condicionantes (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 167):
2. Debido a las pendientes topográficas, las aguas provenientes de la Sierra Madre Occidental que bajan por los arroyos Seco, La Virgen-Acequia Grande y Tunal (véase figura 5) acarrear no sólo agua, sino también materiales, lo cual afecta las viviendas que ocupan sus márgenes.
3. Algunos embalses naturales y partes bajas que se extienden entre un piedemonte bajo y una planicie aluvial con características acumulativas están habitadas. Aunque no están cerca de cuerpos de agua, son planicies inundables.
4. Los escurrimientos de aguas que no cuentan con obras de captación de lluvia causan daños.
5. Desarrollos habitacionales construidos en depresiones o en planicies inundables (antiguos sembradíos o tierras de cultivo).
6. La infraestructura existente de los drenajes en la ciudad es insuficiente. Además, los taponamientos de basura a menudo hacen colapsar el sistema.
7. La inexistencia o el diseño deficiente de aceras, camellones y desniveles ocasionan encharcamientos en la vialidad.

Así, los principales detonantes de las inundaciones están relacionados con desbordamientos de represas, cuerpos de agua o escurrimientos de partes altas debidos a precipitaciones extraordinarias y a la incapacidad de los drenajes. Por lo tanto, las inundaciones pueden desencadenarse con lentitud o de manera repentina y focalizarse en cierto lugar y afectar algunas calles y edificaciones. Un mismo evento puede afectar diferentes puntos de la ciudad, lo que ha traído como consecuencia caos en varias zonas e incluso, dependiendo de la intensidad, en casi toda la ciudad y en la zona conurbada. Cabe añadir que varios aspectos de la configuración del terreno, como las pendientes topográficas y las aguas provenientes de la Sierra Madre Occidental, pueden considerarse causas más importantes de las inundaciones recientes que los propios niveles de precipitación, ya que sus efectos han sido devastadores en términos materiales, sociales y psicológicos.

Recopilación histórica de los registros de inundaciones ocurridas desde 1720

En la *tabla 2* se presenta el registro histórico de las inundaciones en el municipio de Durango, en específico de los daños en la ciudad capital. Se integró la información de los atlas de riesgos naturales del municipio (SEGOB y SEDESOL, 2012) y del país entero (SEGOB y CENAPRED, 2014) con la proveniente del *Diario Oficial de la Federación* (DOF, 2003, 2013, 2014 y 2016) y con entrevistas en profundidad realizadas a historiadores de la ciudad y notas de la prensa duranguense.

Tabla 2. Registro histórico de las inundaciones en el municipio de Durango con énfasis en Victoria de Durango

Año	Descripción	Precipitación acumulada (mm) en 24 horas
1720 1822	Hay indicios de inundaciones en la ciudad desde el siglo XVIII con registro que data de 1720 y de una inundación fechada en 1822. "Estas inundaciones severas son provocadas por las bajantes del agua que vienen de la Mesa de Otinapa". Según el historiador Javier Guerrero, antes de 1901 no existía la Presa del Hielo. Esta obra, aun cuando mejoró su función de control, "no tiene la capacidad para represar el agua que viene del arroyo El Carpintero, pues no es de contención ni de regulación. En realidad, es un bordo que se usó para abastecer las turbinas de la antigua Fundidora Company de Durango. Su fin era más que todo industrial" (Javier Guerrero, cronista de la ciudad, entrevista, octubre de 2018).	Sin registro.
1830	"No hay noticia [de] inundaciones importantes anteriores al siglo XIX; pero sí se tienen pormenores de las siguientes: una verificada en el año de 1830". <i>La Evolución</i> del 1 de agosto de 1906, Archivo Histórico (Bracetti, 1906).	Sin registro.

Año	Descripción	Precipitación acumulada (mm) en 24 horas
1881	"En 1881, se presentaron lluvias que destruyeron los baños llamados de Balda, que estuvieron situados en el mismo lugar en que estuvo a punto de morir el Padre Cabada" (Bracetti, 1906).	Sin registro.
31 de julio de 1900	"Las aguas, buscando la salida, se dirigieron hacia la Acequia Grande llegando hasta la calle de la Ciénega y Baca Ortiz. Se derrumbó un gran número de casas y parte de la Plaza de Toros, sepultando muebles y multitud de familias pobres quedaron sumidas en la más espantosa miseria". (Bracetti, 1906).	Sin registro.
28 de julio de 1906	"La fuerte corriente de agua se desbordó de la Acequia Grande en inmediaciones del arroyo San Vicente, porque su cauce no fue suficiente para soportarla, calles convertidas en lagos e inundando las casas, llegando la desgracia hasta la Plaza Baca Ortiz". (Bracetti, 1906).	Sin registro.
Septiembre de 1944	Lluvias torrenciales y escurrimientos súbitos por éstas (SEGOB y CENAPRED, 2014, pp. 22 y 137).	Sin registro.
1947	El huracán que afectó a Mazatlán, afectó también la ciudad de Durango, pues "arrasó con árboles muy grandes de la Sierra y quedaron atrapados en los puentes, obstruyéndolos y provocando una gran inundación aquí en la ciudad, y los barrios de la orilla, sobre todo en la Acequia Grande que separa a Durango de Analco". (Miguel Vallebuena, entrevista, octubre de 2018).	Sin registro.
1963	"La creciente en esos años que se inauguró la Represa Guadalupe Victoria, en 24 horas se llenó completamente y esa inundación expulsó a mucha gente de sus pueblos, a tal punto que muchos de esos pueblos tuvieron que reubicarse a partes más altas. La comunidad 15 de Septiembre, hacia Mezquital. Esa comunidad, con ayuda del gobierno y dinero de Alianza para el Progreso, se hizo un nuevo pueblo". (Miguel Vallebuena, entrevista, octubre de 2018).	Sin registro.
10 y 11 de septiembre de 1968	Coletazos del huracán Noemí que afectaron 20 000 hectáreas de la zona baja del valle del Guadiana. "Fue fuertísima del río Nazas que inundó Durango, pero más grave en toda la zona de La Laguna y Torreón, destruyendo haciendas que se suponían que estaban en partes altas, pero se las llevó, como San Salvador de Orta, del Rodeo". (Miguel Vallebuena, entrevista, octubre de 2018 y SEGOB y CENAPRED, 2014, pp. 23 y 130).	52.5 (10 de septiembre de 1968). 55.5 (11 de septiembre de 1968).
11 de noviembre de 1992	"En 1992 llovió todo el invierno, no pudimos trillar el maíz. Afectó todo el valle. Algo en la ciudad". (Miguel Vallebuena, entrevista, octubre de 2018).	36.6 (11 de noviembre de 1992).

Año	Descripción	Precipitación acumulada (mm) en 24 horas
7 y 8 de septiembre de 1993	"Lluvias afectaron la zona urbana de la ciudad". Declaraciones del regidor Saúl Romero Mendoza. (García, 2016).	42.5 (7 de septiembre de 1993). 16.8 (8 de septiembre de 1993).
20 y 21 de septiembre de 2003	"En la ciudad de Durango, más de 60 mil personas se quedaron desde el domingo por la noche sin el suministro de agua potable al colapsarse el sistema. Inundación que se suscitó afectó mayormente las colonias del sur de la ciudad, debido al desbordamiento del arroyo Seco" (DOF, 2003).	72.2 (20 de septiembre de 2003). 24.0 (21 de septiembre de 2003).
16 y 17 de septiembre de 2007	"Inundación con hasta 150 cm de tirante, afectación a 30 colonias de la capital" (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 107).	36.0 (16 de septiembre de 2007). 11.2 (17 de septiembre de 2007).
2 de febrero de 2010	"Hubo 400 viviendas dañadas en la ciudad, mientras que el número de habitantes afectados fue de 1 804" (SEGOB y SEDESOL, 2012, pp. 5, 56 y 107).	56.6 (2 de febrero de 2010).
19 y 20 de agosto de 2012	"70 viviendas inundadas en la ciudad" (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 107).	46.3 (19 de agosto de 2012). 26.0 (20 de agosto de 2012).
Del 15 al 19 de septiembre de 2013	"Inundación fluvial y pluvial" (lluvia severa)(DOF, 2013).	11.0 (15 de septiembre de 2013). 40.6 (16 de septiembre de 2013). 25.0 (17 de septiembre de 2013). 30.6 (18 de septiembre de 2013). 10.5 (19 de septiembre de 2013).

Año	Descripción	Precipitación acumulada (mm) en 24 horas
Del 4 al 7 de noviembre de 2014	"Lluvia severa" (DOF, 2014).	59.0 (4 de noviembre de 2014). 38.0 (5 de noviembre de 2014) 12.5 (6 de noviembre de 2014). 19.5 (7 de noviembre de 2014).
Del 31 de enero al 3 de febrero de 2015	"Lluvia severa" (DOF, 2015).	17.0 (31 de enero de 2015). 9.4 (1 de febrero de 2015). 32.2 (2 de febrero de 2015). 17.6 (3 de febrero de 2015).
15 de agosto de 2016	"El agua entró a decenas de viviendas en las colonias La Virgen, Acereros y Potrereros de La Laguna, dejó varios vehículos varados y se reportaron vialidades inundadas" (UnoTV, 2016).	65.6 (15 de agosto de 2016).
29 y 30 de septiembre de 2016	Lluvias e inundación fluvial. "Este evento ocasionó la muerte de 5 personas. Se concentró en las colonias del norte de la ciudad tras el desbordamiento de la Presa del Hielo, llegando hasta los alrededores de lo que fuera la Acequia Grande, hoy Bulevar Dolores del Río, prácticamente hasta la plaza Baca Ortiz. Adicionalmente, la intensa lluvia de 108 mm en 10 horas ocasionó que otros sectores de la ciudad se afectaran, así como el arrastre y pérdida de vehículos, cierre de vías y pérdidas de menaje en cientos de oficinas y viviendas" (DOF, 2016).	50.3 (29 de septiembre de 2016). 55.0 (30 de septiembre de 2016).

Año	Descripción	Precipitación acumulada (mm) en 24 horas
24 de octubre de 2018	<p>En 2018 llovió 31% más de la media anual. Las precipitaciones registradas en el mes de octubre en la comunidad de El Pueblito, localizada a cinco kilómetros al suroeste de la zona urbana de Durango, provocaron el desbordamiento del río El Tunal.</p> <p>Se hace mención a estas lluvias, aunque no es objeto del presente artículo, debido a que el evento impactó fuera del perímetro urbano, sin embargo, fueron las precipitaciones que más daños dejaron en el Municipio de Durango de las que se tiene registro (Cárdenas, 2018; Maldonado, 2018).</p>	144.0 (24 de octubre de 2018).

Fuente: elaboración propia.

Los hallazgos que aparecen en la *tabla 2* pueden contrastarse con los datos que arroja la Estación 10092-DURANGO, DGO del Servicio Meteorológico Nacional de México (CICESE, 2015) para el periodo 1968-2016, mostrados en la *figura 6*, los cuales muestran los momentos en que se incrementan las precipitaciones, así como su volumen. Se conjuntó una serie continua de datos diarios de precipitación en el periodo mencionado. La información es parte de la base de datos de la red de estaciones integradas en la base del Clima Computarizado (CLICOM) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la CONAGUA. La *figura* está elaborada con el programa informático Python versión 2.7 (Python Software Foundation, 2016).

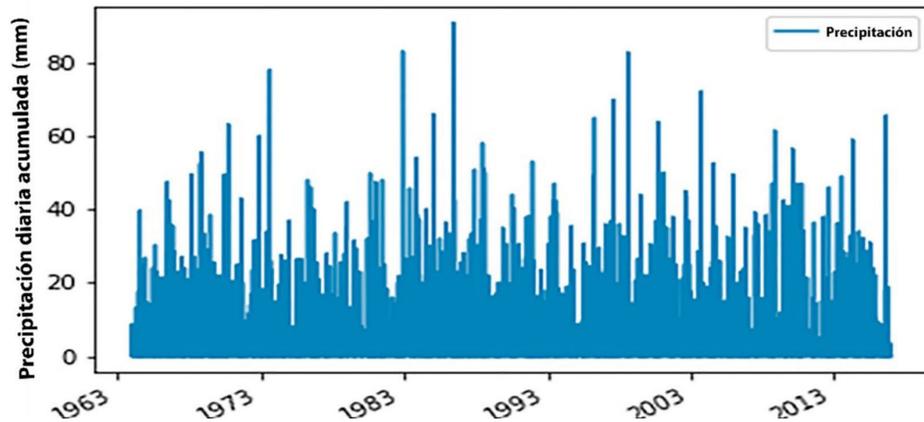
Periodo de retorno

El modelo de probabilidad de precipitación diaria en la zona de estudio que mejor se ajustó fue el modelo de distribución gamma, el cual se presenta en la *figura 7*. Éste indica que la precipitación acumulada diaria de 80 mm tiene un periodo de retorno de más o menos 20 años, que la de 90 mm diarios lo tiene de 50 años y que la de 114 mm, de 100 años.

Las lluvias extremas

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Colegio de Postgraduados (2012) señalan que un periodo de recurrencia o de retorno se entiende como el “lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada” (p. 6). Es decir, se hace referencia a un concepto estadístico que aspira a proveer información sobre si un suceso puede o no considerarse raro. En este sentido, el *Atlas de Riesgos* del municipio de Durango (SEGOB y SEDESOL, 2012) presenta cálculos mediante distribuciones de variables extremas, tomando series de valores extremos registrados dentro de periodos iguales y consecutivos de una serie de 2, 5, 10, 50, 100 y 200 años.

Figura 6. Precipitación diaria según la Estación 10092-DURANGO, DGO del Servicio Meteorológico Nacional entre 1968 y 2016



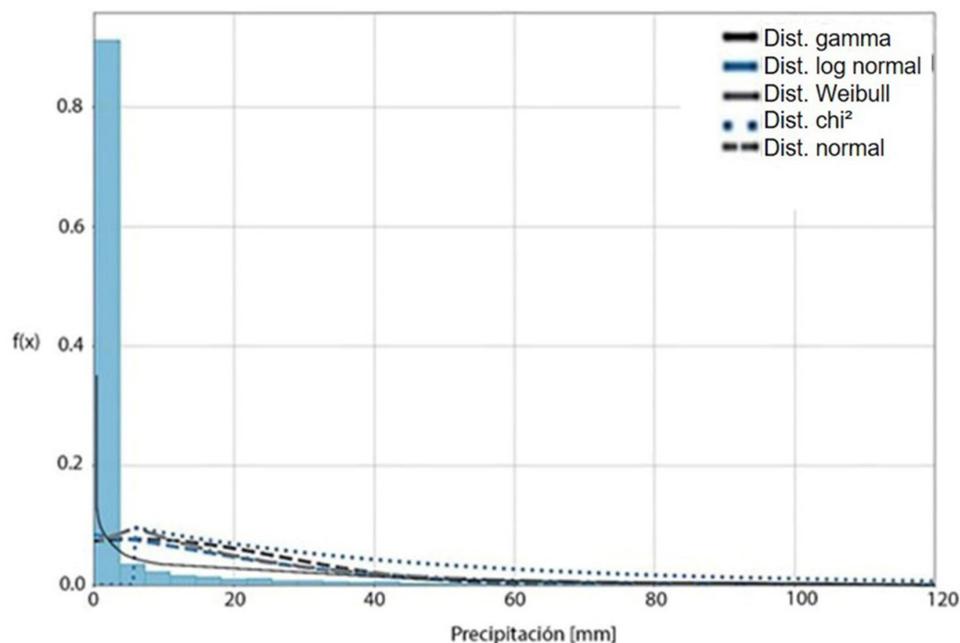
Fuente: elaboración propia con datos del CICESE (2015).

Mediante la revisión exhaustiva de los documentos a los que se tuvo acceso sobre los eventos referenciados en la tabla 2, puede afirmarse que las inundaciones en Victoria de Durango no son un problema ocasionado por los grandes ríos, sino que está relacionado con una deficiente planeación urbana, que se ha vuelto crítica con el paso del tiempo (Cárdenas, 2018; DOF, 2003, 2013, 2014 y 2016; Maldonado, 2018; SEGOB y CENAPRED, 2014; SEGOB y SEDESOL, 2012). También hay que señalar que las inundaciones son más bien el resultado del recorrido de las aguas que bajan de la Sierra Madre Occidental por arroyos en cuyos márgenes se han asentado comunidades, así como alrededor de los embalses naturales. Las zonas bajas de la ciudad, aunque no estén cerca de los cuerpos de agua, son susceptibles de inundación y encharcamientos por encontrarse en planicies inundables. Por lo tanto, es posible ver que algunos arroyos, canales o embalses reflejan la intermitencia de sus aguas.

Refiere el mismo atlas sobre el municipio de Durango que, aunque en la mayoría de los casos hay obras de infraestructura destinadas a drenar las aguas de las zonas altas, éstas llegan a verse sobrepasadas. De las zonas oeste y este (con los arroyos Seco, La Virgen-Acequia Grande y Tunal), el flujo de agua descende de los piedemontes altos y de las laderas montañosas de la Sierra Madre Occidental, aunque también proviene del límite oriental de la zona urbana, cuyo escurrimiento afecta sobre todo los desarrollos habitacionales recién construidos. En el documento se señala lo siguiente:

Aunque de alguna manera el riesgo se ha mitigado con obras de captación de aguas pluviales, éstas en ocasiones superan la capacidad de drenaje y se depositan finalmente en una planicie de inundación que abarca desde zonas agrícolas hasta colonias del centro de la cabecera municipal, pasando por localidades del valle del Guadiana. (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 167)

Figura 7. Ajuste de las cinco funciones de distribución de probabilidad a la precipitación diaria según la Estación 10092-DURANGO, DGO



Fuente: elaboración propia.

Lluvias con periodo de retorno de 100 años

El atlas mencionado, con base en los cálculos estadísticos detallados de escenarios con variables de precipitación máxima para un periodo de retorno de 2, 10, 50, 100 y 200 años, muestra las gráficas de las áreas de encharcamiento y puntos de inundación, y señala que “el arroyo Acequia Grande está canalizado y no presenta inundaciones en sus márgenes. Sin embargo, el conocimiento de las características de la subcuenca permite conocer la cantidad de agua disponible, y con ello determinar volúmenes y tirantes de inundación” (SEGOB y SEDESOL, 2012, p. 168).

Sobre la referencia de los cuerpos de agua que se derivan de la Presa del Hielo, del arroyo Acequia Grande, así como de la microcuenca del arroyo La Virgen, el atlas presenta una información importante sobre los escenarios: muestra zonas susceptibles de ser afectadas, calculadas para diferentes periodos de retorno. Sin embargo, la exposición se realiza de manera aislada, delimitando colonias de alto riesgo, como La Virgen, Potrereros de la Laguna, Madrazo, Calvario, Maderera, Santa María, así como los desarrollos habitacionales recién construidos en el noroeste de la ciudad, como se muestra en la figura 8.

El documento también alerta sobre la posible inundación de los alrededores de Puente Negro en la intersección de la Carretera Federal 40 y el Boulevard Dolores del Río, visible en la misma figura. No obstante, deja de lado una fotografía de los efectos de una probable “lluvia centenaria” que rebase la Presa del Hielo y tome su cauce natural; es decir, no presenta la mancha de inundación en su conjunto ni marca su potencial recorrido por la antigua Acequia Grande —hoy canal Temazcal-Boulevard Dolores del Río—, como en efecto se vivió el 29 de septiembre de 2016.

Comparación entre la inundación del 28 de julio de 1906
y la de los días 29 y 30 de septiembre de 2016

Sobre la inundación del 28 de julio de 1906, relata Felipe Bracetti (1906) para el periódico *La Evolución*:

Todos los habitantes de la ciudad de Durango estamos consternados con la catástrofe de la noche del sábado, ocasionada por la fuerte inundación de las casas situadas a los márgenes de los de la Acequia Grande, y en las inmediaciones del arroyo de San Vicente [...] las calles convertidas en Lagos [...] vimos una enorme procesión de hombres y mujeres desnudos o cuando más envueltos en sábanas, que con el agua hasta las cintura exhalaban lastimeros gritos y presas del pánico [...] penetrando el agua a las casas y alcanzando en algunas una altura de más de un metro.

La noticia describe en detalle cómo la avenida caudalosa de agua, que sobrepasó la capacidad de la Acequia, inundó 54 calles, además de la plazuela Baca Ortiz, la plaza de toros, el cuartel y el Primer Regimiento, explicando “que la catástrofe fue debido probablemente a una tromba que se descolgó por el Temascal”. La magnitud de la inundación, así como un desarrollo hipotético de la inundación, los ha representado Guerrero (2015, pp. 8 y 12) en un plano de 1909. En el presente trabajo se muestran ambos eventos en una reconstrucción georreferenciada del espacio urbano en 1906, a partir de los textos del autor mencionado, de informaciones sobre dicha inundación (Bracetti, 1906; Nevarres, 2015) y de la verificación exhaustiva de los nombres de las calles y lugares representativos, ya que muchos tienen ahora otro nombre o han desaparecido (véanse figuras 9 y 10).

Por lo general, según se observa en el registro histórico de las inundaciones, se trata de cursos con un coeficiente de irregularidad elevado. Según la CO-NAGUA (2016, p. 12), el total de la lluvia en el país entre julio y septiembre de 2016 fue de 426.74 mm y lo clasificó como el trigésimo quinto trimestre más lluvioso desde 1941. En cuanto al caso que aquí se examina, el observatorio del estado de Durango señala que Victoria de Durango registró lluvias severas que alcanzaron los 101.2 mm (p. 26). Como se aprecia en la figura 11, el Servicio de Meteorología Nacional catalogó este registro para el mes de septiembre de 2016 como evento notable (p. 25), debido a que el municipio de Durango, y por lo tanto la ciudad del mismo nombre, recibieron el impacto de un ciclón tropical que provocó lluvias y el desbordamiento de ríos.

Figura 8. Puntos de inundación en sectores aislados del centro de Victoria de Durango por periodos de retorno de 2, 10, 50, 100 y 200 años marcados en el Atlas de Riesgos

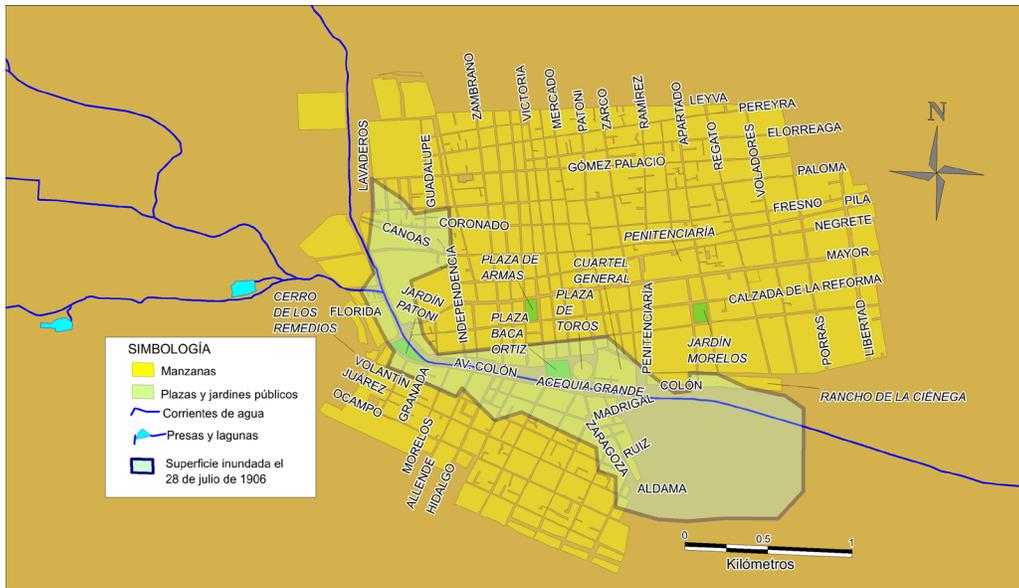


Fuente: elaboración propia con base en la información de SEGOB y SEDESOL (2012, p. 187). Mapa de fondo: OpenStreetMap (2011).

El 29 y el 30 de septiembre de 2016 los medios radiofónicos, impresos, televisivos y las redes sociales mostraron en diferentes notas periodísticas los estragos que las lluvias torrenciales habían causado en la ciudad capital de Durango. Por ejemplo, el periódico *Tiempo* señaló lo siguiente:

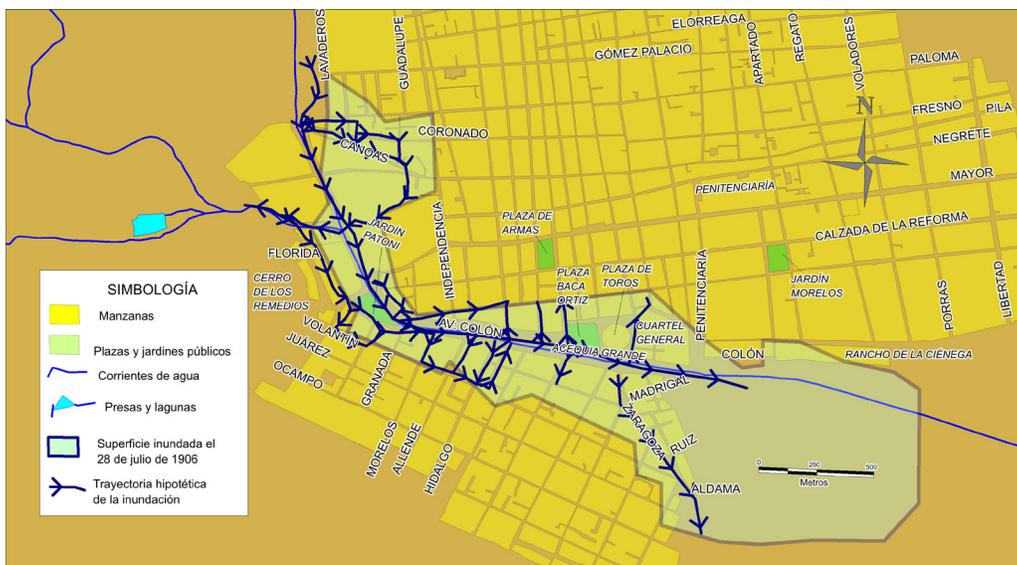
Lluvias por más de ocho horas dejan cinco muertos en Durango. Protección Civil de Durango, dio a conocer que tras el paso de la fuerte tormenta tres adultos y menor de edad fallecieron al ser arrastrados por las corrientes de agua, mientras que la quinta víctima murió al caerle encima el techo de su casa. Además, informaron que

Figura 9. Magnitud de la inundación en Victoria de Durango el 28 de julio de 1906



Fuente: elaboración propia con base en Bracetti (1906), Nevares (2015) y Guerrero (2015, p. 8).

Figura 10. Desarrollo hipotético de la inundación del 28 de julio de 1906

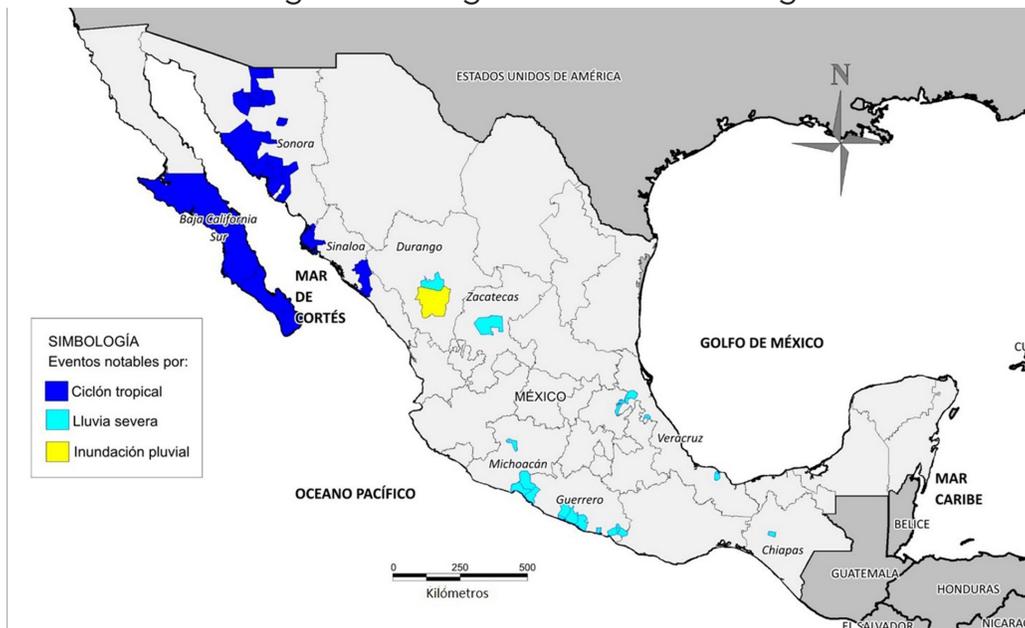


Fuente: elaboración propia con base en Bracetti (1906), Nevares (2015) y Guerrero (2015, p. 12).

las actividades escolares quedan suspendidas, así como el cierre de la carretera federal Durango-Parral, donde registraron cuantiosos daños en viviendas y vehículos. Según señalaron uno de los hospitales del IMSS quedó bajo el agua, por lo que optaron por cerrarlo [...]. El Ejército mexicano activó el plan DN-III, tras el desalojo de más de 500 familias de la capital mismas que fueron trasladadas a albergues pues en sus viviendas el agua alcanzó el metro de altura. (Tiempo. La noticia digital, 30 de septiembre 2016)

Tomando en cuenta crónicas periodísticas de 1906 y 2016, se puede apreciar que hay coincidencias en los sectores afectados por precipitaciones pluviales, como se describe en la tabla 3. En dicha tabla se destacan con letras *itálicas* las zonas coincidentes en los eventos hidrometeorológicos de ambos años. La des-

Figura 11. Municipios del país donde se observaron los eventos hidrometeorológicos más significativos durante agosto de 2016



Fuente: elaboración propia con base en la información de la CONAGUA (2016, p. 25).

cripción se visualiza en la figura 12, con las manchas de la inundación de 2016 referidas por las autoridades locales (SEGOB y SEDESOL, 2012) y las expuestas en otras fuentes documentales (Blanco, 2016; Guerrero, 2015; Nevares, 2015). También se pueden observar las zonas coincidentes de inundación de las lluvias de 1906 y 2016. Es importante mencionar que este mapa fue elaborado a mano primero para luego georreferenciarlo. Constituye una herramienta fundamental tanto para el trabajo de campo como para el de gabinete.

Además, en la figura 13 se expresa el solapamiento de información de los planos históricos y de los del INEGI (2013), en el que sobresalen las zonas afectadas, así como las áreas construidas después de 1906.

Después de revisar la inundación del 28 de julio de 1906 y la de los días 29 y 30 de septiembre de 2016, pueden subrayarse las causas de las diferencias

y las similitudes entre los eventos hidrometeorológicos extremos que han existido a lo largo de la historia, como los fenómenos relacionados con el cambio climático: un ejemplo de ello son las glaciaciones. Pero lo que está sucediendo es que se están acortando los tiempos de ocurrencia de los eventos y se han aumentado los efectos, producto en buena medida del modelo de desarrollo que ha regido en el planeta. Así, puede verse que hubo mayor daño en las viviendas y en la infraestructura y más pérdidas materiales y humanas en la inundación de 2016 que en la de 2006 debido al aumento de exposición física frente al fenómeno.

Discusión

Las figuras 9, 10, 12 y 13 muestran que la Acequia Grande, que tiene en la actualidad gran parte de su recorrido entubado y cuya superficie se corresponde con el Boulevard Dolores del Río, ante lluvias extraordinarias, y sobre todo aquellas con periodos de retorno de 100 años, tiende a desbordarse, debido a que el excedente de agua siempre tomará su cauce natural. El recorrido hipotético de 1906 y el comprobado de 2016 demuestran que afectaron las mismas áreas (véase figura 12, zonas 1 y 2).

La más reciente inundación de 2016 afectó mayor número de edificaciones debido, lógicamente, al crecimiento de la mancha urbana (véase figura 12, zonas 3, 4 y 5), sobre todo por causas relacionadas con la inexistencia de drenajes pluviales en topografías planas, y que tienen alta exposición física por encontrarse en planicies de inundación y por la cercanía a los arroyos.

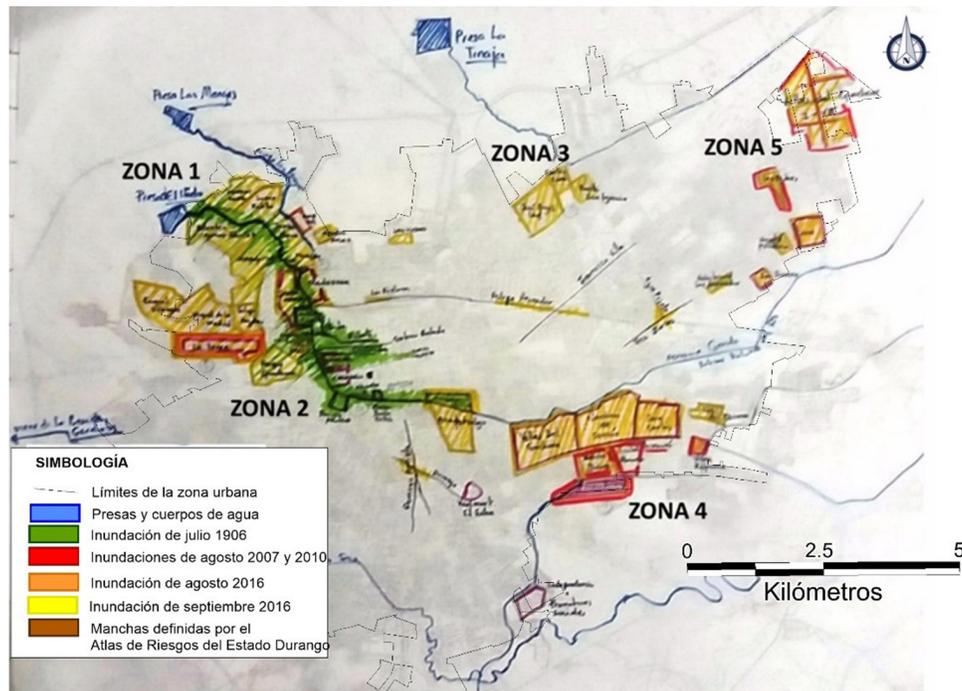
Tabla 3. Resumen de las zonas afectadas coincidentes de las lluvias acaecidas en 1906 y 2016 en Victoria de Durango

Relato de la inundación de 1906
<p>“El agua que salió de la Acequia Grande arriba del Puente de las Canoas, inunda las calles 1a. del Rebote, 1a. de Coronado, 1a. de las Canoas, 1a. y 2a. del Fénix y 3a. y 4a. del Arroyo, 2a. de la Pila (ahora Aquiles Serdán), 5a., 4a., 3a, 2a., y 1a. de la Independencia y 1a. y 2a. de Negrete. El agua que se derramó sobre el Puente del Obispo inundó la calle de la Pila y la 1a. de la Florida, así como el Paseo las Moreras (Jardín Patoni). El agua detenida por las ramas que se detuvieron debajo del puente ‘Juan Manuel Flores’ inundó las calles Primera, Segunda, Tercera, Cuarta, Quinta, Sexta, Séptima, Octava, Novena y Décima de Las Alamedas, Primera de la Constitución, Primera de Teresas, Primera San Francisco, Plazuela de Baca Ortiz, Plaza de Toros, Cuartel del Primer Cuadro del Regimiento y calles de la Canela. En los barrios de Analco y Tierra Blanca fueron inundadas varias calles.</p> <p>Como sé de las calles inundadas, además del Jardín Patoni, de la Plazuela de Baca Ortiz, de la Plaza de Toros, del cuartel del primer Cuadro de Regimiento y de los lavaderos públicos qué quedaron menos que inservibles.</p> <p>Es importante mencionar, que el Cerro del Calvario, hicieron las veces de represa, e impidieron que el agua continuara por el declive natural de hacia el Centro de la Ciudad”.</p>

Relato de la inundación de 2016
Blanco (2016) señala que el alcalde José Ramón Enríquez, informó que las colonias afectadas por las lluvias y las inundaciones se dividieron en cinco zonas.
En la zona 1: <i>La Virgen, Maderera, Santa María, Mayagoitia, Valentín Gómez Farías, Presa del Hielo, Morga, Obrera, Juan Salazar, Morelos Norte, López Portillo, Raquel Velázquez, Tejada Espino, Miguel de la Madrid, Felipe Ángeles y Méndez Arceo.</i>
En la zona 2: <i>Parque Guadiana, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y Francisco Sarabia.</i>
En la zona 3: <i>Ciprés, José Ángel Leal, San José III, Massieu, Carlos Luna, San Juan, Puerta de San Ignacio.</i>
En la zona 4: <i>Villas del Guadiana I al VII, colonia 20 de Noviembre, Los Duraznos, Valles de Cristo, Hospital Psiquiátrico, Las Nubes y Las Alamedas.</i>
En la zona 5: <i>valle del Guadiana, Jardines de Cancún, San Carlos, Luz del Carmen, Cielo Azul, Benito Juárez, Ciénaga y Azcapotzalco.</i>

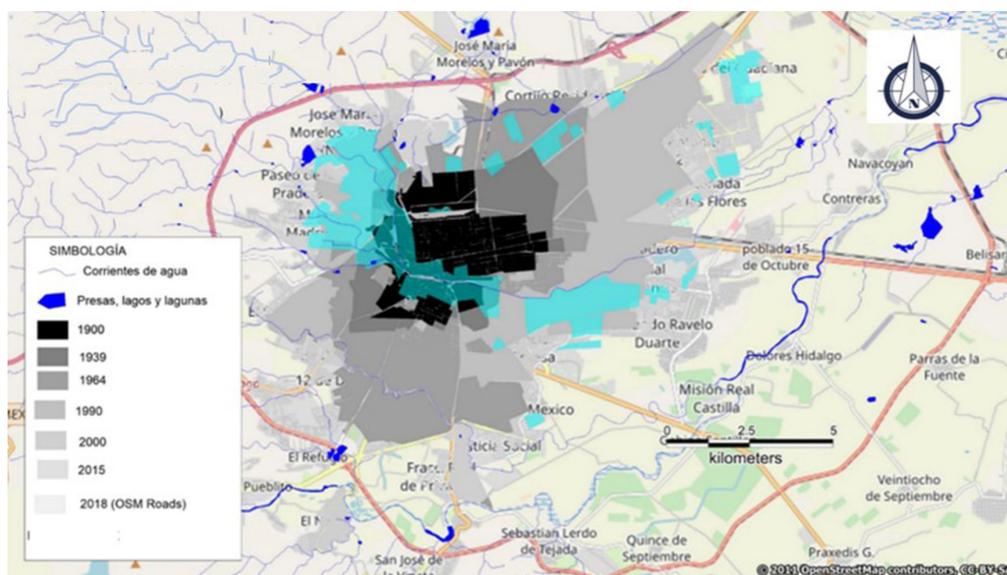
Fuente: elaboración propia con base en Bracetti (1906) y Blanco (2016).

Figura 12. Manchas de las inundaciones más importantes ocurridas en Victoria de Durango durante el siglo XX y principios del XXI



Fuente: elaboración propia con base en Blanco (2016), Guerrero (2015), Nevares (2015) y SEGOB y SEDESOL (2012).

Figura 13. Superposición de planos históricos en la que se destacan las zonas afectadas por la inundación de 2016



Fuente: elaboración propia. Mapa de fondo: OpenStreetMap (2011).

Distintos fueron los factores, o la combinación de ellos, que pudieron haber contribuido a que las consecuencias de esta inundación hicieran que el evento se presentara como uno de los más dañinos en el histórico de la ciudad, al punto de cobrar víctimas fatales, y que se lo comparara con la inundación del 28 de julio de 1906. Por un lado, la vulnerabilidad física provocada por la falta de adecuación de la infraestructura pluvial de la ciudad y, por otro lado, las lluvias extremas que se presentaron debido a la coincidencia de tres huracanes (Newton, Orlene y Paine) y la tormenta tropical Roslyn –fenómenos meteorológicos monitoreados por el SMN desde el día 27 de septiembre de 2016–, fueron hechos que propiciaron el surgimiento del nombre de “tormenta perfecta”, la cual mantuvo en alerta a gran parte del país y causó en Victoria de Durango que el 29 y el 30 de septiembre de 2016, en un periodo de 10 horas, se acumulara alrededor de 20% del agua que recibe su territorio al año. Se registraron precipitaciones de 50 mm el 29 de septiembre. Seguido a este evento sobrevino el 30 de septiembre otro de magnitud similar, o sea, de 55 mm (CONAGUA, 2016; Maldonado, 2016). El primero pudo disminuir la capacidad de la Presa del Hielo y después una lluvia de la misma magnitud causó en corto tiempo los efectos destructivos y fatales descritos.

Los atlas de riesgos son instrumentos contentivos a través de los cuales se estudia el espacio a escala nacional, estatal y municipal. Mediante ellos se determinan los peligros que pueden afectar la población y la infraestructura, pues “constituyen uno de los instrumentos que el gobierno federal mexicano ha privilegiado en los últimos años, con la finalidad de apoyar el ordenamiento de los asentamientos humanos” (Ruiz, Casado y Sánchez, 2015, p. 147). Con su

implementación, se pretende una mejor planeación urbana y regional para contar con una infraestructura más segura e incrementar la resiliencia, así como coadyuvar a que se tomen decisiones más eficaces en el marco de la gestión integral del riesgo de desastres (GIRD). Entre los 375 atlas municipales que se han confeccionado entre 2010 y 2021 en el país, el municipio de Durango cuenta con uno propio desde 2012. No es poca cosa si se tiene en cuenta que la geografía del país alberga 2 457 municipios (Academia de Ingeniería de México, 2017, p. 39).

Durango solicitó aplicación del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) para financiar su atlas, el cual tuvo la particularidad, según exponen Ruiz, Casado y Sánchez (2015, p. 153), de que se abocó “a los peligros de origen geológico e hidrometeorológico, al tiempo que desarrolla escasamente la identificación y representación cartográfica de las condiciones de vulnerabilidad y las capacidades institucionales, lo cual afecta la representación global del riesgo”. Pese a esta crítica, se valora que el municipio, y en especial la ciudad capital, cuente con este estudio. No obstante, poca atención o aplicabilidad se vislumbra en la ejecución de los planes y programas de prevención y reducción.

Por último, vale consignar las siguientes opiniones que coinciden con lo que han expuesto varias de las personas entrevistadas durante este estudio:

Pues el Atlas de Riesgos está. Se supone que debe haber una distancia entre el cauce y la vivienda. Fíjate lo que acaba de pasar con El Pueblito [octubre 2018]. ¿Qué sucedió? Un remanente de un huracán —inclusive no llovió aquí, llovió en la sierra—, todo ese caudal de agua se acumuló y la presa Guadalupe Victoria no pudo contener la cantidad de agua acumulada y se tuvo que abrir. Si no la abren, se ahoga la gente, es decir, si se rompe la presa, ¿quién sabe lo que hubiera pasado? Eso hubiera generado un problema mucho más grande. Allí es cuando uno se pregunta: ¿para qué sirven los estudios?

El *Atlas de Riesgo* se venció y es necesaria su actualización, que por ley es cada cinco años. Ya va para dos años de retraso. ¿Y por qué es importante? Pues es un requerimiento para acceder a recursos federales e internacionales para programar obras de impacto. Para ello te piden documentos actualizados, pero no hay recursos en este momento para esa actualización. Ahorita depende de la SEDATU [Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano], que es la institución que coordina el Atlas, pero pasará a la CENAPRED.

Aunque es un gran avance la existencia del *Atlas de Riesgos* de Victoria de Durango, éste no proporciona la información de la memoria histórica de los desastres, daños y pérdidas, como ya se dijo en el análisis realizado en este trabajo. Por el contrario, es una debilidad del citado documento, por cuanto no presenta las manchas de inundación históricas en el territorio: sólo quedan reflejadas las de algunas zonas y no aquellas de eventos centenarios y, como se demostró con la inundación fluvial de 2016, el recorrido del agua a lo largo de la Acequia Grande es comparable con la inundación de 1906, cuyo cauce hoy está entubado bajo el Boulevard Dolores del Río, el cual, en la actualidad es insuficiente para evacuar los volúmenes de agua que se presentan en temporadas de lluvia.

Aspectos importantes a considerar

Aunque no se cuenta con las mediciones de 1906, la precipitación acumulada en los días 29 y 30 de septiembre de 2016 tuvo una magnitud que se puede considerar de centenaria, y las áreas que abarcó la inundación son muy similares a las identificadas, de acuerdo con la metodología del presente estudio, en la inundación de 1906. Aquí se sugiere que es urgente el rediseño y la adecuación de las obras utilizadas para la prevención de inundaciones en la ciudad, debido a que la actual infraestructura es deficiente.

1. La expresión gráfica del mapeo histórico representado y el modelo de precipitaciones extremas en los años en los que se pudo indagar, muestran una aproximación en cuanto a la recurrencia de eventos de este tipo, más aún cuando se sabe que se están afectando los ciclos climáticos y que existe la posibilidad de que se acelere su periodicidad y sus efectos. La situación se agrava cuando los tomadores de decisiones no implementan las medidas de planeación y de adaptación necesarias para aumentar la resiliencia de la zona ante los eventos naturales.
2. Los atlas de riesgos naturales de los municipios constituyen un instrumento para apuntalar la regulación y la planeación urbana. Representan un gran avance en la GIRD y en la adaptación al cambio climático (ACC). No obstante, requieren incorporar a la metodología un enfoque histórico-documental, como el que se ha hecho en esta investigación, junto con la modelación de los periodos de recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos. El fin último es mantener en la memoria de la población el peligro que representan estos fenómenos adversos y su posible recurrencia.
3. Así mismo, falta concretar en estos atlas de riesgos naturales cómo vincularlos a la ejecución de propuestas de obras prioritarias con presupuestos y cronogramas. Cada seis años su actualización es mandato federal. Desde 2018 está pendiente el ajuste del atlas para el municipio de Durango, oportunidad para que se materialicen obras concretas y se incluya en sus análisis la evidencia histórica de eventos. Como expresó Bracetti tras la inundación de 1906: “Debemos establecer que con estas inundaciones repetidas en tan corto tiempo [la anterior fue en 1900] surge al espíritu una duda que la autoridad debe resolver, como una medida preventiva de suma urgencia”.

Conclusiones

No sólo los eventos de precipitación extrema con periodos de retorno de 20, 50 y 100 años han causado inundaciones en el área de estudio, sino que también éstas pueden ser causadas incluso por precipitaciones acumuladas menores a 80 mm. Por lo tanto, la información proveniente de las estaciones pluviométricas de la ciudad sobre dichos eventos no debe ser el único criterio de diseño hidrológico de las obras de drenaje pluvial. En el presente análisis se propone incorporar: *a)* la magnitud de la precipitación de días anteriores, *b)* la intensidad de los eventos de precipitación y *c)* la precipitación que se produce en las partes altas de la cuenca, ya que estos tres factores repercuten en el almacenamiento de las presas de contención, que, al sobrepasar su capacidad, hasta una lluvia moderada puede causar una inundación.

Es urgente el rediseño y la adecuación de las obras que se emplean para la prevención de inundaciones en la ciudad, debido a que la actual infraestructura es insuficiente. Además, los atlas de riesgos naturales de los municipios requieren incorporar en su metodología un enfoque histórico-documental junto con la modelación de los periodos de recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos. La información obtenida debe compartirse con la sociedad para mantener vigente la memoria histórica de estos fenómenos adversos y para que se lleve a cabo la construcción de la infraestructura requerida para enfrentarlos.

En el caso de Victoria de Durango, se sabe cuáles son los riesgos, pero no se hacen o no se rectifican las obras de infraestructura necesarias para reducirlos. La arquitectura institucional municipal debe ponerse de acuerdo con los poderes ejecutivos estatal y federal, que son los que administran los recursos financieros, para construir esas obras tan necesarias para reducir los riesgos en la ciudad.

La actualización del *Atlas de Riesgos* del municipio de Durango debe incluir una visión global del riesgo. Es imperativo presentar evidencias que permitan la conceptualización en los duranguenses de la probabilidad de exposición a inundaciones, porque lo que pasó, puede volver a pasar, y en peores proporciones, puesto que ha aumentado todo tipo de vulnerabilidad en la ciudad.

Referencias

- Academia de Ingeniería de México. (2017). *Estudio estratégico. Inventario de Atlas de Riesgos en México. Informe estado actual*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
- Ayuntamiento de Durango. (2016). Programa de Desarrollo Urbano Centro de Población Victoria de Durango 2025 (PDUD 2025). *Gaceta Municipal* (348). Durango: Ayuntamiento de Durango.
- Beck, U. (2002). *La sociedad del riesgo global*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Blanco, U. (30 de septiembre de 2016). Colonias afectadas por las lluvias e inundaciones en Durango. *Notigram Durango*.
- Bracetti, F. (1 de agosto de 1906). Sobre la inundación del 28 de julio de 1906. *La Evolución*, Archivo Histórico de Durango.

- Cárdenas, J. M. (25 de octubre de 2018). Lluvias causaron más afectación en zona rural. *El Siglo de Durango*. Recuperado de <https://www.elsiglodurango.com.mx/noticia/1002293.lluvias-causaron-mas-afectacion-en-zona-rural.html>
- Cardona, O. D. (2012). Un marco conceptual común para la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático: encuentros y desencuentros de una iniciativa insoslayable. En F. Briones (coord.), *Perspectivas de investigación y acción frente al cambio climático en América Latina: número especial de desastres y sociedad* (pp. 13-38). Mérida: La Red. Recuperado de https://www.preventionweb.net/files/28027_perspectivasdeinvestigacionyacc2012.pdf
- Carrión, F. (2013). Ciudades intermedias: entre una pirámide trunca y una red urbana en construcción. En J. Canziani y A. Schejtman (coords.), *Ciudades intermedias y desarrollo territorial* (pp. 21-31). Lima: Fondo Editorial Universidad Católica.
- Cavazos, T. (2015). *Conviviendo con la naturaleza: el problema de los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en México*. Tijuana: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California (CICESE).
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). (2015). Base de datos climatológica nacional (sistema CLICOM). Ensenada: CICESE. Recuperado de <http://clicom-mex.cicese.mx/>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2019). *Desastres en México: impacto social y económico*. México: CENAPRED. Recuperado de <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/318-INFOGRAFADESASTRESENMEXICO-IMPACTOSOCIALYECONMICO.PDF>
- Chow, V. T., Maidment, D. R., y Mays, L. W. (1994). *Hidrología aplicada*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *Base de datos y publicaciones estadísticas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPALSTAT)*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?theme=3&lang=es>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2016). *Reporte del clima en México. Septiembre 2016. Año 6. Número 9*. México: CONAGUA y Servicio de Meteorología Nacional.
- Coordinación Estatal de Protección Civil Durango. (2019). *Programa especial de protección civil para la temporada de lluvias y huracanes*. Victoria de Durango: Coordinación Estatal de Protección Civil Durango.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (2016). *EM-DAT. The International Disaster Database*. Bruselas: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Recuperado de <https://www.emdat.be/>
- Diakakis, M. (2010). Flood history analysis and its contribution to flood hazard assessment. The case of Marathonas, Greece. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 43(3), 1323-1334. doi: <https://doi.org/10.12681/bgsg.11308>

- Diario Oficial de la Federación* (DOF). (2003). Declaratoria de emergencia con motivo de las precipitaciones que se presentaron del 18 al 22 de septiembre de 2003 y sus efectos en la población ubicada en el municipio de Durango del estado de Durango. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/index.php?year=2003&month=11&day=26>
- Diario Oficial de la Federación* (DOF). (2013). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de inundación fluvial y pluvial (lluvia severa) del 15 al 19 de septiembre de 2013, en 11 municipios del estado de Durango. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/index.php?year=2013&month=10&day=02>
- Diario Oficial de la Federación* (DOF). (2014). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de lluvia severa del 3 al 7 de noviembre de 2014, en 39 municipios del estado de Durango. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/index.php?year=2014&month=11&day=19>
- Diario Oficial de la Federación* (DOF). (2015). Declaratoria de emergencia por la presencia de lluvia severa ocurrida del 30 de enero al 3 de febrero de 2015, en 12 municipios del estado de Durango. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/index.php?year=2015&month=02&day=16>
- Diario Oficial de la Federación* (DOF). (2016). Declaratoria de emergencia extraordinaria por la presencia de inundación fluvial, ocurrida del 29 al 30 de septiembre de 2016, en el municipio de Durango del estado de Durango. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5456083&fecha=10/10/2016
- García, B. (6 de octubre de 2016). Prometen regidores priistas más obras hidráulicas. *Durango al Día*. Recuperado de <http://www.durangoaldia.com/prometen-regidores-priistas-mas-obras-hidraulicas/2016/10/>
- Garnica, R. J., y Alcántara, I. (2004). Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz. *Investigaciones Geográficas* (55), 23-45. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-461120040003000003&script=sci_abstract
- Glaser, B. G., y Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine Publishing.
- Guerrero, J. (2015) La inundación de Durango en 1906. *Liber Chronicvm*, 2. *Publicación de Divulgación Mensual de la Crónica de la Ciudad y del Centro de Estudios de la Identidad Duranguense*, 1(1), 1-15.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Aguascalientes: INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Kuhn, N. J., y Zu, H. (2008). GIS-based modeling of runoff source areas and pathways. *Geographica Helvetica*, 63(1), 48-57. doi: <https://doi.org/10.5194/gh-63-48-2008>
- Maldonado, S. (29 de septiembre de 2016). Vigila CONAGUA la “tormenta perfecta”. *El Siglo de Durango*. Recuperado de <https://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/688821.vigila-conagua-la-tormenta-perfecta.html>

- Maldonado, S. (24 de octubre de 2018). En Durango, lluvias desbordan río y causan desgarro de cerro. *La Jornada*.
- Mosiño-Alemán, P. A., y García, E. (1981). The variability of rainfall in Mexico and its determination by means of the gamma distribution. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 63(1-2), 1-10. doi: <https://doi.org/10.2307/520558>
- Munich Reinsurance Company (Munich RE). (2022). Natural catastrophes on the rise—number of relevant loss events by peril 1980-2019. *Natural Disaster Risks: Losses are Trending Upwards*. Múnich: Munich RE Foundation. Recuperado de <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards.html>
- Nevares, G. (2015). La inundación de Durango de 1906. *Tribuna de un reportero*.
- Organización de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). (2011). *Estado de las ciudades de México*. México: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-HABITAT y SEDESOL.
- OpenStreetMap. (2011). Relation: Victoria de Durango (3986379). *OpenStreetMap*. Cambridge: OpenStreetMap Foundation. Recuperado de <https://www.openstreetmap.org/search?query=Victoria%20de%20Durango#map=12/24.0204/-104.6244>
- Padilla, R., y Parra, M. de la. (2015). Sistematización de la recurrencia de amenazas naturales y desastres en el estado de Colima, México. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, 21(2), 143-165. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31639208008>
- Python Software Foundation. (2016). *Python Language Reference*, version 2.7. Wilmington: Python Software Foundation. Recuperado de <http://www.python.org>
- Ruiz, N., Casado, J. M., y Sánchez, M. T. (2015). Los atlas de riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. *Investigaciones Geográficas* (88), 146-162. doi: <https://doi.org/10.14350/rig.46476>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Colegio de Postgraduados. (2012). *Hidrología aplicada a las pequeñas obras hidráulicas*. Ciudad de México: SAGARPA y Colegio de Postgraduados. Recuperado de https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2015-04-06_09-03-54118920.pdf
- Secretaría de Gobernación (SEGOB) y Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED). (2014). *Atlas de Riesgos de la República Mexicana. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos desastres en México*. Ciudad de México: SEGOB y CENAPRED. Recuperado de <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/36-DIAGNOSTICODEPELIGROSEIDENTIFICACIONDERIESGOSDEDESASTRESENMEXICO.PDF>
- Secretaría de Gobernación (SEGOB) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). (2012). *Atlas de Riesgos del Estado Durango*. Ciudad de México: SEGOB y SEDESOL. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/Estados/VisorDurango/>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto de Ecología y Cambio Climático. (2016). *Mexico's Climate Change Mid-Century Strategy*. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología y Cambio Climático. Recuperado de https://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/mexico_mcs_final_cop-22nov16_red.pdf
- Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente. (2016). *Cartografía*. Victoria de Durango: Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Recuperado de <http://seigsrnyma.durango.gob.mx/bitacorama/>
- Thomalla, F., Downing, T., Spanger-Siegfried, E., Han, G., y Rockström, J. (2006). Reducing hazard vulnerability: towards a common approach between disaster risk reduction and climate adaptation. *Disasters*, 30(1), 39-48. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00305.x>
- Tiempo. La noticia digital (30 de septiembre de 2016). Lluvias por más de ocho horas dejan cinco muertos en Durango. *Tiempo: la Noticia Digital*. Recuperado de http://tiempo.com.mx/noticia/55049-lluvias_por_mas_de_ocho_horas_/1#
- UnoTV. (15 de agosto de 2016). Lluvia deja inundaciones y diversas zonas afectadas en Durango. Recuperado de <https://www.unotv.com/noticias/estados/durango/detalle/lluvia-deja-inundaciones-y-diversas-zonas-afectadas-en-durango-967716/>