



Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad
e-ISSN: 2007-3607
Universidad de Guadalajara
Sistema de Universidad Virtual
México
paakat@udgvirtual.udg.mx

Año 13, número 25, septiembre 2023-febrero 2024

Urbanismo de riesgo, el principio de los desastres urbanos y su prevención con sistemas geoinformáticos, CDMX, México

Risk urbanism, the principle of urban disasters and their prevention with geo-computerized systems, CDMX, Mexico

Óscar Daniel Rivera González*

<https://orcid.org/0000-0002-7698-7433>

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Mary Frances Teresa Rodríguez Van Gort**

<https://orcid.org/0009-0003-3996-2282>

Universidad Nacional Autónoma de México, México

[Recibido: 26/01/2022. Aceptado para su publicación: 01/06/2023]

DOI: <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a13n25.810>

Resumen

El llamado urbanismo de riesgo generó las condiciones para la inadecuada planificación urbana existente en la Ciudad de México (CDMX), la cual afecta a las poblaciones ahí establecidas. Este término es poco conocido en la actualidad y no debe ser confundido con riesgo urbano. Hoy en día, la incorrecta configuración urbana crea conciencia en los habitantes sobre los riesgos presentes en su vida, según el impacto de fenómenos naturales (amenazas). Es importante comprender que las afectaciones por desastres en zonas urbanas son derivadas del crecimiento en lugares con características no aptas, debido a la irregularidad del terreno. El riesgo es el resultado entre amenaza y vulnerabilidad, el cual se convierte en riesgo urbano cuando afecta a la población ya establecida. La aportación del presente artículo expone que el inicio de la adecuada configuración urbana con base en sistemas geo informáticos prevendrá el urbanismo de riesgo en zonas donde aún no existe

crecimiento de ciudades. Como resultado, se muestra el cruce de variables otorgadas por instituciones gubernamentales y hechos reales acontecidos, según inundaciones, deslizamientos de tierra, sismos y colapsos de zonas minadas, utilizando sistemas geo informáticos para evidenciar las alcaldías con mayor afectación, de acuerdo con el riesgo urbano existente, el cual puede ser replicado y atendido en otras partes del país y del mundo, con base en la gestión entre gobierno, académicos y población, con el objetivo de impedir la creación del urbanismo del riesgo.

Palabras clave

Planificación; prevención; sistemas geoinformáticos; urbanismo del riesgo.

Abstract

The so-called urbanism of risk created the conditions for the inadequate urban planning in Mexico City (CDMX), which affects the populations established there. This term is little known today and should not be confused with urban risk. Nowadays, the incorrect urban configuration creates awareness in the inhabitants about the risks present in their lives, according to the impact of natural phenomena (hazards). It is important to understand that the effects of disasters in urban areas are derived from growth in places with unsuitable characteristics, due to the irregularity of the terrain. Risk is the result between hazard and vulnerability, which becomes urban risk when it affects the established population. The contribution of this article shows that the beginning of the adequate urban configuration based on geoinformatics systems will prevent risk urbanism in areas where there is no city growth yet. As a result, it is shown the crossing of variables provided by governmental institutions and real events occurred, according to floods, landslides, earthquakes and collapse of mined areas, using geoinformatics systems to show the municipalities with greater affectation, according to the existing urban risk, which can be replicated and attended in other parts of the country and the world, based on the management between government, academics and population, with the objective of preventing the creation of risk urbanism.

Keywords

Planning; prevention; geoinformatics systems; risk urbanism.

Introducción

La construcción de ciudades y sus viviendas de forma apropiada, tanto en México como en el mundo, requiere de la planificación urbana, con la implementación de proyecciones seguras por parte de especialistas y en supervisión constante para que su desarrollo sea correcto y sin problemáticas de riesgo. En diversos países, el urbanismo es interpretado como la planificación debidamente ejecutada con el objetivo de construir nuevos centros urbanos, lo que fomenta una estructuración adecuada de viviendas, edificios, corporativos, parques, entre otros, con la finalidad de establecer seguridad en las ciudades (Real Academia Española, 2023).

Es importante comprender que el término riesgo se manifiesta como la posible afectación a pobladores según las características del lugar donde inician algún tipo de ocupación y desarrollo urbano (Narváez *et al.*, 2020); además, se precisa que, en el caso de las zonas urbanas, el componente geográfico es de suma importancia. Por lo anterior, es necesario considerar las partes que conforman este riesgo: amenaza y

vulnerabilidad. En este sentido, la amenaza es la posible afectación a un determinado territorio y que puede prever el daño grave a cierta población con base en las características geográficas existentes (López, 2021). Las amenazas naturales (sismos, huracanes, deslizamientos de tierra, lluvias extremas, entre otros) son factores inevitables hasta nuestros días difíciles de contener, ya que su crecimiento aumenta el riesgo cuando no se previene la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad debe comprenderse como la exposición a determinados acontecimientos que pueden combinarse ante la ausencia de herramientas para la protección de la población (Ochoa y Guzmán, 2020), y precisar que es la única variable que puede reducirse de acuerdo con los planes de protección en zonas urbanas ante los posibles fenómenos naturales.

Por lo anterior, es indispensable controlar cualquier variable de riesgo que pueda afectar a ciertas comunidades, con el fin de minimizar la vulnerabilidad con base en su pronta atención (Navarro *et al.*, 2020). Aunque en la actualidad es imposible controlar la amenaza, sí se puede disminuir la vertiente vulnerabilidad, con lo que el riesgo será menor.

Al analizar las definiciones anteriores y relacionándolas, el término urbanismo de riesgo es desconocido en lo concerniente a desastres en zonas urbanas (Asociación Mexicana de Urbanistas, 2022) y se observa que su estudio es alentador para la eliminación del riesgo a futuro, con base en la adecuada configuración inicial en áreas donde aún no existe crecimiento urbano, con la premisa de evitar desastres en las ciudades y, con ello, decesos entre la población.

Es transcendental no establecer como sinónimos los términos urbanismo de riesgo y riesgo urbano, este último estudia solo los riesgos actuales en zonas urbanas existentes y sus posibles afectaciones a la población. El riesgo urbano trata de solucionar problemáticas como el crecimiento desregulado en zonas con aspectos geográficos no habitables, sobreexplotación ambiental, alteración del terreno con materiales para la construcción, afectaciones en viviendas, entre otros, lo que es cada vez más común en diversas partes de América Latina y del mundo (Córdova y Vallejo, 2013).

El riesgo urbano específicamente se centra en aplicar medidas de protección en áreas urbanas establecidas y en constante crecimiento, mientras que el urbanismo de riesgo fomenta el inadecuado comienzo del desarrollo en zonas urbanas con características de riesgo diverso, lo anterior es fomentado por la falta de estudios previos de las características geográficas generales del sitio para la ocupación de ciudades.

El urbanismo, examinado como un agente planificador de ciudades, no establece ningún riesgo al construirse en zonas seguras geográficamente; sin embargo, el origen del urbanismo de riesgo comienza a llevarse a cabo al construir localidades en sitios con riesgo de inundaciones, deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas, colapso de minas, entre otros.

En la actualidad, el riesgo urbano en la CDMX, así como en varias capitales de los estados de México y en diversas partes del mundo, va en aumento, por lo que se complica el establecimiento de soluciones a corto plazo. Por lo anterior, la solución creciente y no efectiva hasta el momento es la reubicación forzada con el uso de violencia hacia los habitantes, lo cual solo desata más problemáticas que soluciones, pues forja la renuencia a abandonar su patrimonio; por lo anterior, es necesario que se realicen planes de coordinación entre académicos, gobierno y población, siempre con la premisa de concientizar evitando cualquier grado de violencia.

Antecedentes

El inicio del urbanismo en la CDMX se implantó primero en zonas con características medianamente seguras (ver mapa 1), con un terreno plano y sin complicaciones de pendiente; sin embargo, el urbanismo de riesgo se originó alrededor de 1959 y sigue creciendo, convirtiéndose con el paso del tiempo por afectaciones derivadas de fenómenos naturales en riesgo urbano.

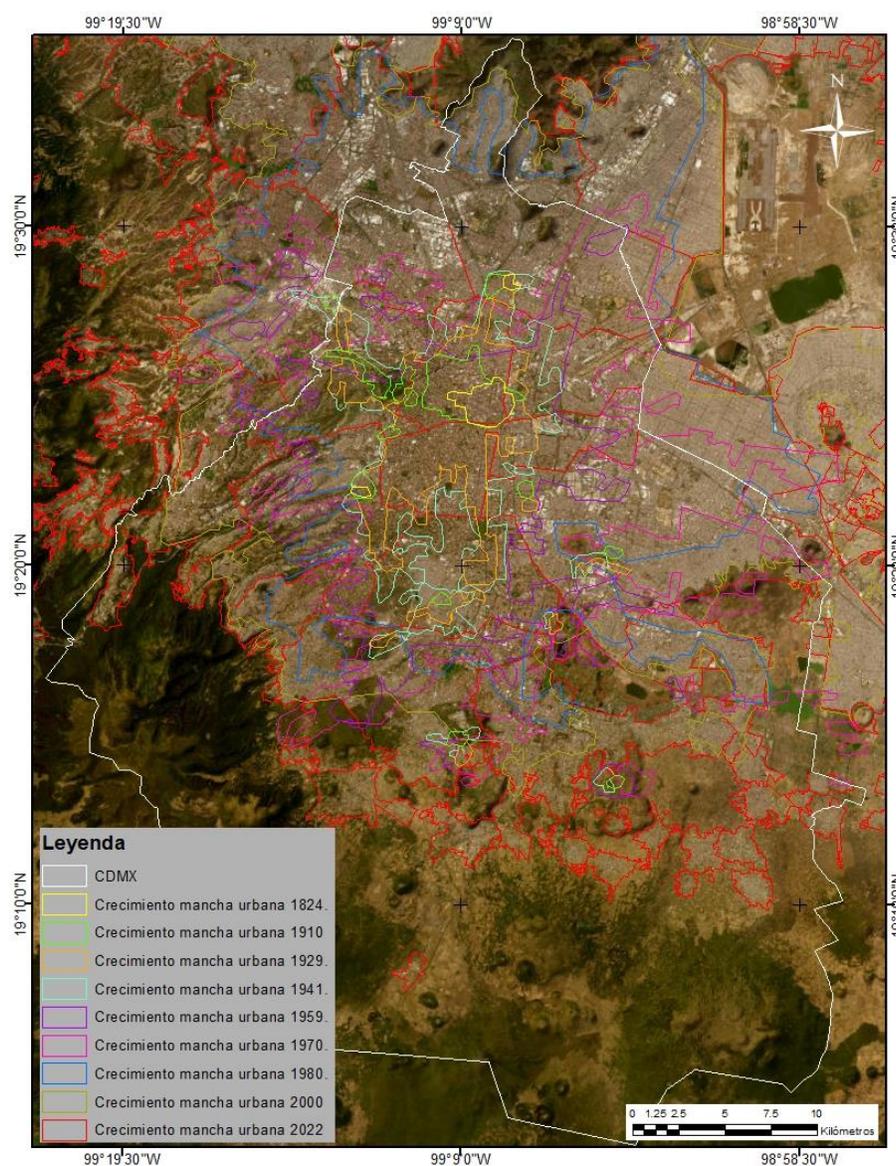
El mapa 1 revela la construcción y conversión del urbanismo de riesgo a riesgo urbano en la CDMX, debido a los asentamientos en lugares con características altamente riesgosas; por ello es indispensable conocer las posibles afectaciones con base en los estudios realizados para evitar las problemáticas que el riesgo urbano fomenta.

Se observa que entre 1824 y 1959 en la CDMX no existía el urbanismo del riesgo, las construcciones aumentaron solo en la parte central de la CDMX debido a la baja altitud y ciertas facilidades para la construcción arquitectónica. El urbanismo de riesgo surgió con las construcciones en zonas de riesgo medio alrededor de 1959 y hasta la actualidad, omitiendo características geográficas diversas.

La planificación urbana en la CDMX fue limitada en las primeras décadas del siglo pasado, lo cual estableció con el paso del tiempo un riesgo latente en diversas partes. En la actualidad, es necesario organizar modelos con base en la evaluación integral considerando factores de carácter natural y antrópico, con el objetivo de prevenir eventos desastrosos incorporando planes de reestructuración urbana (Rivera, 2022).

La indiferencia del aparato gubernamental mexicano en sus tres escalas potenció el crecimiento sin gestión de desarrollo urbano en la CDMX, por ello existen diversas problemáticas urbanas ante la posibilidad de que ocurra un desastre. Como respuesta a las problemáticas mencionadas, una posibilidad es la instauración de sistemas geo informáticos que aporten soluciones potenciales en cuanto a las características geográficas del sitio. Actualmente, el aprovechamiento de software permite contar con mediciones cuantitativas precisas, con las cuales se pueden establecer diversos niveles de riesgo.

Mapa 1. Crecimiento urbano en la CDMX



Fuente: elaboración propia con base en fotointerpretación de Basemap (software ArcGis).

Asimismo, es imprescindible establecer contacto directo con la población para implantar trabajo empírico con el objetivo de reforzar los resultados obtenidos de la cartografía a partir de los sistemas geoinformáticos, con la premisa de ser más certeros en los resultados y posibles ejecuciones de ordenamiento y reordenamiento urbano.

El componente teórico y de investigación existente que estriba en el urbanismo de riesgo es fundamental, ya que el comprenderlo y conocer las posibles soluciones segmentadas, con la finalidad de reunir las, incentiva protección en los habitantes con el establecimiento en todo momento de trabajo geo informático y empírico, con lo cual se consiguen resultados confiables para su aplicabilidad.

Marco teórico

La prevención del riesgo de desastres es vital y deben de establecer permanentemente la cultura de prevención desde niveles de educación básica y con ello reducir riesgos (Vázquez *et al.*, 2017), lo anterior con el objetivo de que el estudiantado actual comprenda las diversas afectaciones por fenómenos naturales en zonas urbanas o rurales, instaurando la cultura de prevenir y no solo resarcir el daño.

Para educar a la población sobre las afectaciones reales de los desastres debe considerarse que la información sea minuciosamente explicada a los estudiantes en niveles básicos, para que se replique entre sus familias y conozcan las posibles afectaciones a corto plazo; asimismo, que esta población infantil sea quienes establezcan en un futuro medidas para la gestión del riesgo. La planificación urbana adecuada debe ser construida con el objetivo de eliminar permanentemente el inicio del urbanismo del riesgo, ya que esto permitirá el camino hacia la construcción segura de ciudades, lo que dará como resultado en los ciudadanos un verdadero derecho a la localidad digna y adecuada, en donde se generen y propaguen espacios seguros y resilientes, respetando en todo momento las características geográficas del lugar (Rojas *et al.*, 2022).

La eliminación del urbanismo de riesgo con base en los planes de estructuración en las ciudades donde se comienza a establecer un desarrollo urbano, es el primer paso para la seguridad, pues año con año acontecen decesos en la población por diversas afectaciones por los desastres. Esto podría ser eliminado con la construcción de edificaciones y viviendas en lugares seguros geográficamente, de acuerdo con rasgos geomorfológicos, geológicos, geofísicos, hidrográficos, edafológicos, entre otros.

La utilización de sistemas geo informáticos y vinculación con estrategias de protección en los habitantes establecidos en zonas urbanas riesgosas es cada día

más útil y precisa, su aportación en diversas ciencias sociales (arqueología, sociología, geografía, urbanismo y economía) constituye posibles soluciones estableciendo multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad (Radicelli *et al.*, 2019). El aporte de estos sistemas puede darse en el ámbito cuantitativo y cualitativo, ya que, al establecer un mapeo preciso de la zona de estudio, pueden realizar un cruce de información generada de la geografía del lugar con aspectos y variables que utilizan áreas como la sociología, el trabajo social o la psicología, además de otros elementos que puedan ser cartografiados.

La precisión temporal y espacial obtenida de los sistemas geoinformáticos es de gran aporte, ya que, al ser almacenados en formato digital, su procesamiento es benéfico para su posterior consulta y mejora permanente (Flores, 2004); por ello, es importante establecer adecuadamente parámetros que se utilizarán como información para el objeto de estudio, con la premisa de que el resultado otorgado sea verdadero y certero.

Por lo anterior, es importante utilizar información obtenida de software geoinformáticos, cuya implementación ha crecido de manera exponencial en los últimos años; como ejemplo, se utilizaron estos software en diversos artículos científicos para la información territorial (Juárez, 2018), el deslizamientos de tierra (Aceves *et al.*, 2016), las áreas inundables (Esparza, 2019), los proyectos de vivienda (Cuervo, 2015), la agricultura y los cultivos (Pérez *et al.*, 2019), entre otros, puntualizando que en estas investigaciones se utilizaron diferentes metodologías según las problemáticas existentes.

La comprensión de la diferencia entre urbanismo de riesgo y riesgo urbano es evidente, sin embargo su conexión también es indudable, ya que sin la existencia del urbanismo de riesgo no es posible la coexistencia del riesgo urbano; es por ello que la tecnología geoinformática, junto a diversos métodos de investigación cuantitativos y cualitativos, establecerá soluciones a diversas afectaciones ante posibles riesgos en zonas urbanas, con el objetivo de evitar desastres urbanos y, por ende, decesos en la población.

Desastres urbanos en México

Diversas afectaciones en zonas urbanas derivadas de riesgos han mermado la tranquilidad de sus habitantes, sucesos que ocurren más frecuentes y con un grado de devastación alto, lo cual puede generar pérdidas del patrimonio e incluso de la vida de los pobladores. Diversos métodos de riesgo urbano son implementados con base en técnicas geoinformáticas; sin embargo, su empleo en la realidad aún es complicado pues siguen ocurriendo afectaciones por diversos acontecimientos naturales. A

continuación, se muestran algunos ejemplos de afectaciones de noticias periodísticas que han acontecido recientemente en diversos estados de la república mexicana.

En la capital de Jalisco una tormenta puede significar una serie de tragedias debido a las inundaciones que ocurren en al menos 500 puntos de las cuencas urbanas que integran los municipios del área metropolitana de Guadalajara. Esto lo dio a conocer el profesor investigador del Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH), maestro Luis Valdivia Ornelas, creador del *Atlas de riesgo por inundaciones*, que en los últimos cuatro años aumentó 100 puntos de riesgo (Serrano, 2022, p. 1).

La noticia anterior revela la grave problemática de inundaciones en zonas urbanas en Jalisco, algo preocupante para la zona metropolitana de Guadalajara. Se observa que la instauración y crecimiento del urbanismo de riesgo quedó atrás y se establecen en estos momentos procedimientos y análisis de riesgo urbano, por lo que es conveniente implementar trabajo preventivo y no solo correctivo, con base en modelos generados por medio de sistemas geo informáticos.

El Programa de Ordenamiento Local de Pachuca establece que en promedio 17 barrios y colonias mantienen susceptibilidad media-alta y 12 son considerados con riesgo alto de enfrentar deslaves por desprendimientos de material suelto, pedregoso y/o terroso, debido a que se encuentran cerca de zonas con pendientes pronunciadas y con esa problemática, por lo que deberán ser monitoreados (Garmez, 2021, p. 1).

Por lo anterior es importante evitar la construcción del urbanismo de riesgo. Como ejemplo, acontece lo implementado de manera inadecuada en el estado de Hidalgo, resultando posibles deslizamientos de tierra que crecen por la actual construcción de hogares en zonas con características orográficas pronunciadas.

“Guerrero ha reportado comunidades abandonadas y más de tres mil viviendas afectadas tras el sismo de 7.1 grados que ocurrió el 7 de septiembre. Diversos municipios del estado fueron dañados y se prevé que la cifra aumente con el paso de los días” (Trujillo y Esteban, 2021, p. 1). Lo acontecido en Guerrero cada año repercute en el bienestar de la población. Estos hechos telúricos se deben mayormente a la localización sísmica por la placa de cocos existente debajo del estado, incentivando a que la planeación urbana deba ser reconfigurada con urgencia y que debió ser gestionada desde un principio para eliminar la instauración del urbanismo del riesgo.

Los investigadores del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) diseñaron un mapa de riesgos que documenta las zonas afectadas con lava, flujos piroclásticos, ceniza y corrientes de lodo. Las entidades más afectadas por el material incandescente e incluso derrumbes son: Puebla, Morelos, Estado de

México, que se encuentran en las inmediaciones del Popocatepetl. También se espera caída de ceniza en la Ciudad de México y Tlaxcala (Infobae, 2019, p. 1).

El riesgo de una posible erupción que viven los pobladores del Estado de México, Puebla y Morelos en las zonas cercanas al volcán Popocatepetl es compartido, debido a que el volcán se encuentra en el perímetro de sus estados. La construcción del urbanismo de riesgo con la llegada de la edificación de monasterios en 1525 (Villanueva, 2016) potencializó el crecimiento urbano de la zona, por ello el riesgo actual creciente y sin control en las faldas del volcán Popocatepetl.

Con la muestra anterior de afectaciones por diversos acontecimientos naturales en algunos estados de la república mexicana en los últimos años, se observa que el riesgo es evidente y creciente en distintas regiones urbanas, con lo cual se comprende que el urbanismo de riesgo no se gestionó desde un inicio, y eso ha causado a las poblaciones afectaciones que actualmente son mínimamente resueltas.

Desastres urbanos en la CDMX

La CDMX es uno de los lugares en el mundo con elementos urbanos que crecen día con día y que afectan la distribución y seguridad de la urbe. Derivado de lo anterior, las problemáticas son tan evidentes que numerosos acontecimientos afectan directamente a la población, los cuales son padecidos y notados de manera normal, acostumbrándose al riesgo permanente, lo que propicia afectaciones en determinados ámbitos urbanos en la capital del país.

Por lo anterior, la expansión de la ciudad fue tan inmensa que la población construyó su patrimonio en barrancas susceptibles a deslizamientos, áreas inundables, zonas minadas, entre otras, con el objetivo de edificar su propiedad, aunque las características del sitio fueran inseguras. A continuación, se muestran datos periodísticos donde se evidencian diversas problemáticas sobre desastres urbanos en algunas alcaldías de la CDMX.

El día 15 de septiembre de 2020, una fuerte lluvia aconteció en la alcaldía Iztapalapa, la cual afectó algunos hogares y dejó daños en aproximadamente 457 inmuebles, además del deceso de dos personas (Capital 21, 2020). Se observa que las inundaciones por lluvias afectan a la totalidad de la CDMX, sin olvidar que la misma metrópoli fue establecida en una antigua cuenca endorreica, instaurando omisión a sus características geográficas (Dirección General de Divulgación de la Ciencia, 2016); por lo anterior, el urbanismo de riesgo establecido en esta alcaldía generó las afectaciones acontecidas y que en la actualidad se siguen reportando (ver fotografía 1).

Fotografía 1. Casas con daños por las lluvias en la CDMX



Fuente: Capital 2021 (2020).

Asimismo, en la alcaldía Gustavo A. Madero, el 10 de septiembre de 2021 se registró un deslizamiento de tierra que dejó el deceso de una persona y diversas afectaciones en varias viviendas establecidas en zonas inseguras (García, 2021). Esta problemática se replicó en otras partes de la alcaldía e incluso en otras más de la CDMX, debido a la composición geomorfológica y edafología combinado con la pendiente, lo cual forja un riesgo urbano latente en los habitantes (ver fotografía 2).

Otra afectación por desastre urbano ocurrida en la CDMX sucedió el 19 de septiembre de 2017, un sismo de magnitud 7.1 provocó más de 300 muertos en los estados del sur incluyendo a la CDMX, estableciendo pérdidas económicas estimadas en los 40 mil millones de pesos (Ledezma, 2021).

La catástrofe acontecida durante y después del sismo fue potenciada por la inadecuada estructuración urbana y omisión del crecimiento del urbanismo del riesgo, lo que afectó en mayor proporción a la alcaldía Benito Juárez. Se precisó que también hubo graves afectaciones en otras colonias según las características geográficas del territorio, como las construcciones en lugares con alta pendiente y con características geológicas y edafológicas altamente inseguras (Escolero *et al.*, 2015), las cuales no son aptas para la construcción (ver fotografía 3).

Fotografía 2. Deslizamiento de tierra en Cerro del Chiquihuite, alcaldía Gustavo A. Madero



Fuente: García (2021).

Fotografía 3. Consecuencias del sismo del 19 de septiembre de 2017

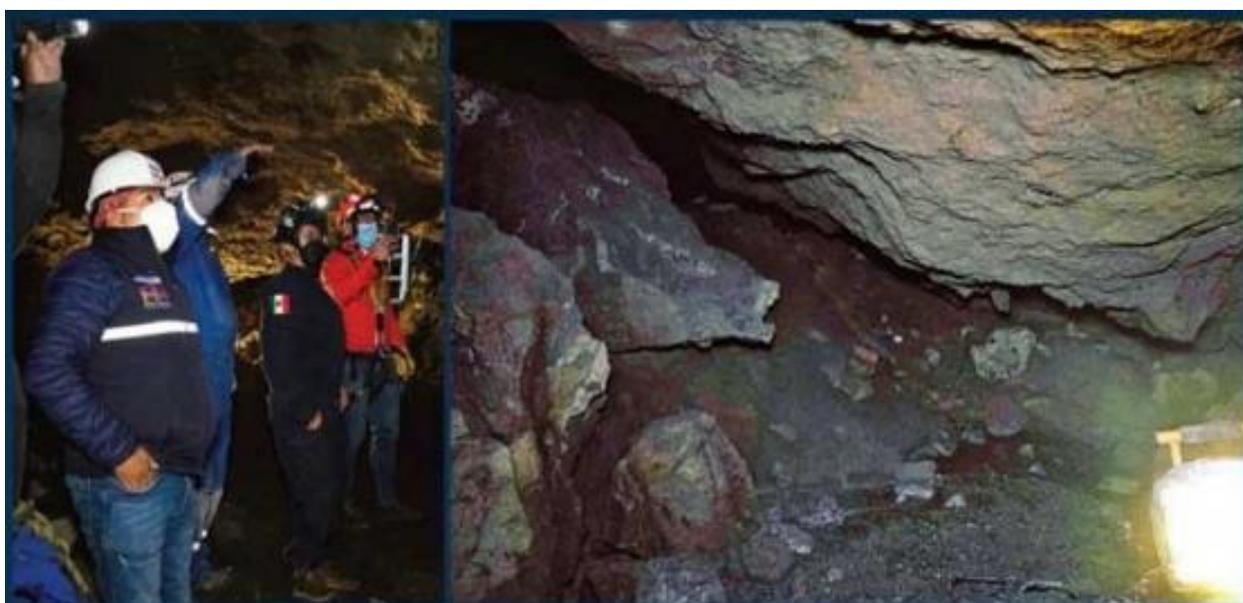


Fuente: Ledezma (2021).

Por último, la problemática del colapso de techos de minas en la CDMX es un riesgo urbano latente y creciente, recordando que diversas zonas de la CDMX fueron excavadas y el material extraído fue ocupado para la construcción de edificaciones en la zona centro de la urbe (López, 2022).

La totalidad de las minas existentes en diversas alcaldías de la CDMX es aún desconocida; sin embargo, algunos estudios sobre riesgos geotécnicos en viviendas actuales establecen que no todas las zonas actualmente urbanizadas son seguras por diversos riesgos geológicos (AN Ingenieros y Consultores, 2020) (ver fotografía 4).

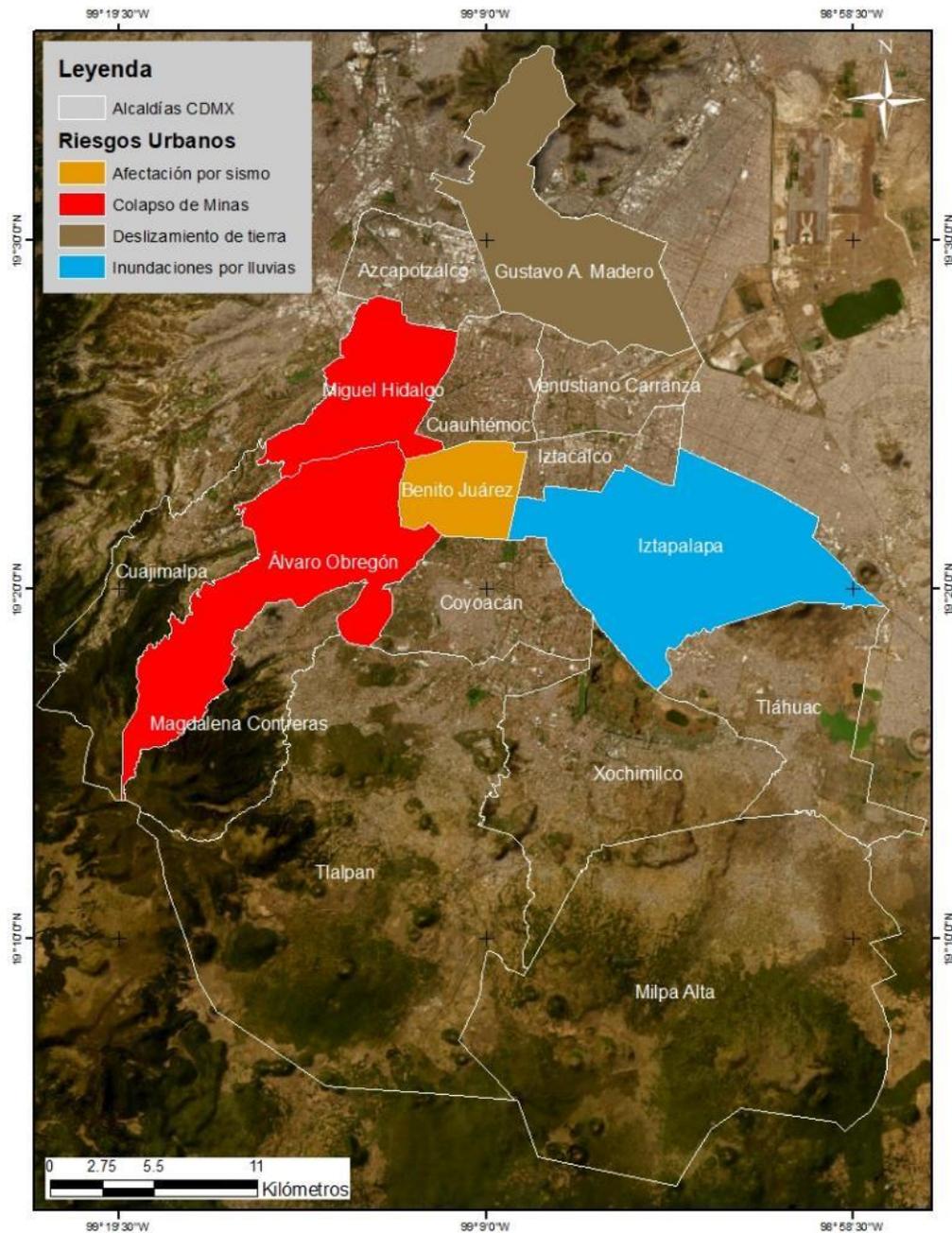
Fotografía 4. Minas en riesgo de colapso en las alcaldías Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo



Fuente: López (2022).

A continuación, con base en el análisis de la información anterior (ver mapa 2) se muestran las principales afectaciones que han ocurrido en diversas zonas de la Ciudad de México, con el objetivo de observar la heterogeneidad de la problemática del riesgo urbano a consecuencia de la apertura generada por el urbanismo del riesgo, una problemática que se multiplica en diversos lugares de México y del mundo.

Mapa 2. Afectaciones en la CDMX por diversos riesgos urbanos



Fuente: elaboración propia con base en noticias periodísticas.

Metodología

El trabajo ejecutado con sistemas geo informáticos ayudó a establecer y comprender diversas problemáticas que estriban en el urbanismo de riesgo existente en la CDMX, incluso colaboró al comparar la información de diversas instituciones públicas en

México encargadas de recopilar datos de atención con base en la prevención y protección en caso de desastres en zonas urbanas.

La información utilizada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) fue un gran aporte para la visualización de cada una de las variables existentes en la Ciudad de México que se mencionan a lo largo del manuscrito, por lo que fue importante trabajar estos datos con el objetivo de observar el riesgo urbano existente actual, datos almacenados por el aparato gubernamental federal, los cuales son visibles en la red de internet para su consulta pública y gratuita.

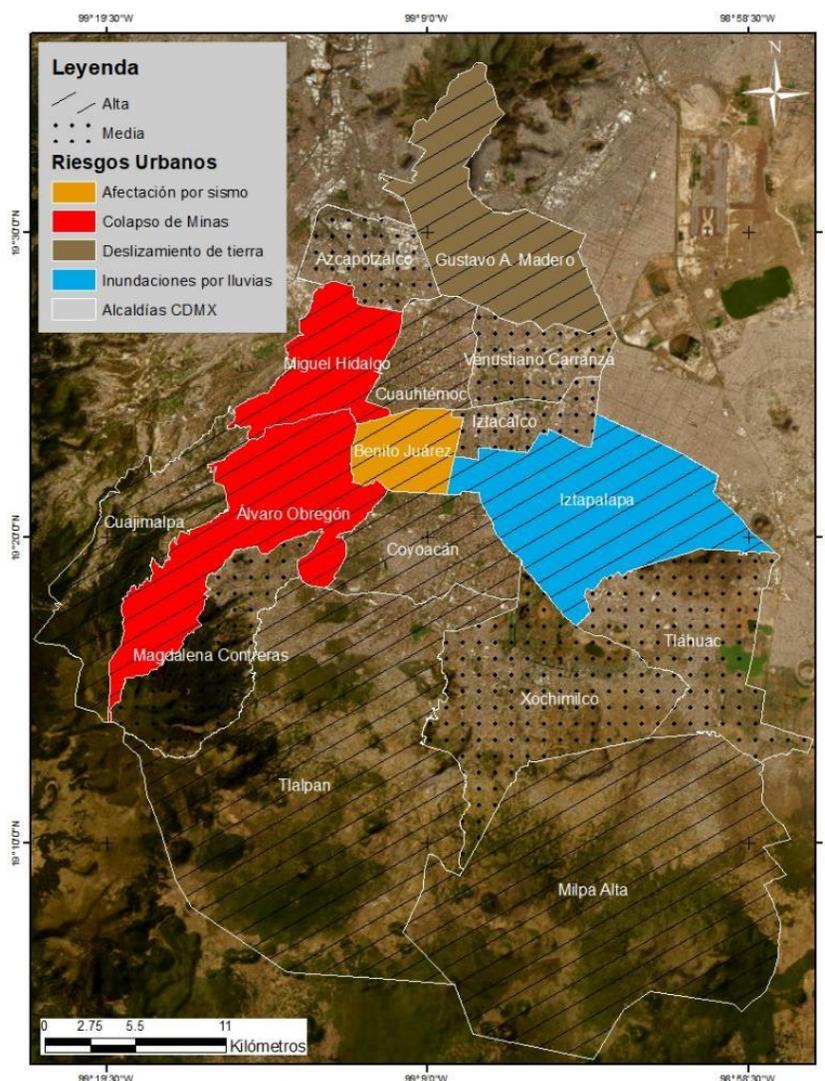
Primeramente, se descargó información en formato kml (Cenapred, 2023), luego se convirtió en formato shape en el sistema geoinformático ArcMap, con el objetivo de visualizarlo y cartografiarlo. Asimismo, se descargó información en formato shape de la Conabio, con el objetivo de evidenciar que la información de estas dos instituciones gubernamentales es benéfica para la muestra de posibles soluciones ante el riesgo urbano. Es importante puntualizar que la conversión de kml a formato shape se realizó en la caja de herramientas del sistema ArcMap, dentro de la opción *Conversion tools (from kml, kml to layer)*.

En resumen, la metodología implementada reunió diversas características geográficas importantes al momento de determinar ciertos riesgos urbanos existentes y crecientes debido a la omisión del inicio del urbanismo del riesgo, los cuales se exponen en el apartado resultados del presente manuscrito, con el objetivo de establecer a futuro ciudades seguras con base en las características del terreno y mostrar las zonas habitables y no habitables, dependiendo del nivel de riesgo existente.

Resultados

Primeramente, se obtuvo el mapa sobre el índice de vulnerabilidad por inundación a nivel alcaldía (Cenapred, 2023), donde se evidenciaron las principales áreas afectadas con base en los casos de inundación. En seguida, se cruzó esta información con los datos de riesgos urbanos (ver mapa 3), con el objetivo de comprender el nivel de riesgo de las zonas analizadas y el posible daño según sus consecuencias.

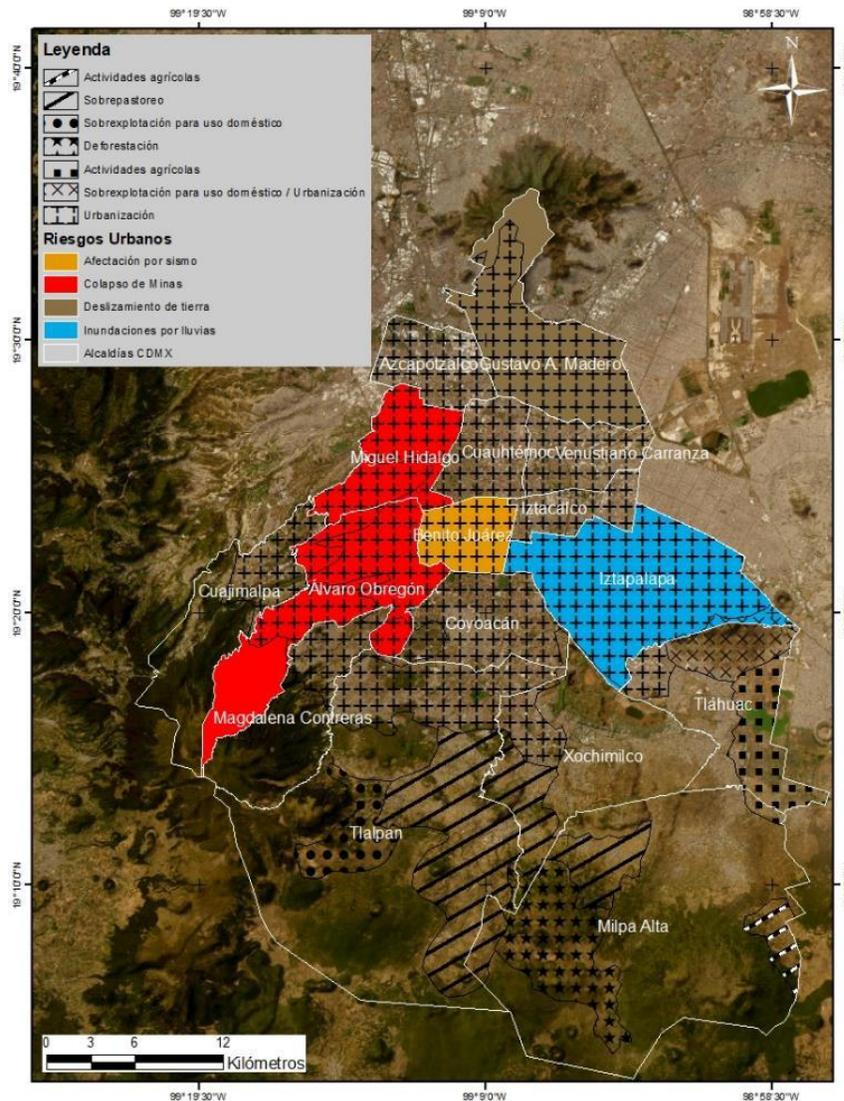
Mapa 3. Índice de vulnerabilidad por inundación en la CDMX



Fuente: elaboración propia con base en datos del Cenapred, 2023.

Es importante puntualizar que en el mapa 4 se utilizó la variable degradación del suelo, debido a que los deslizamientos de ladera potencializan este parámetro. Para una mayor comprensión, a continuación, se comparte una explicación en torno a la erosión del suelo y el daño a las infraestructuras urbanas:

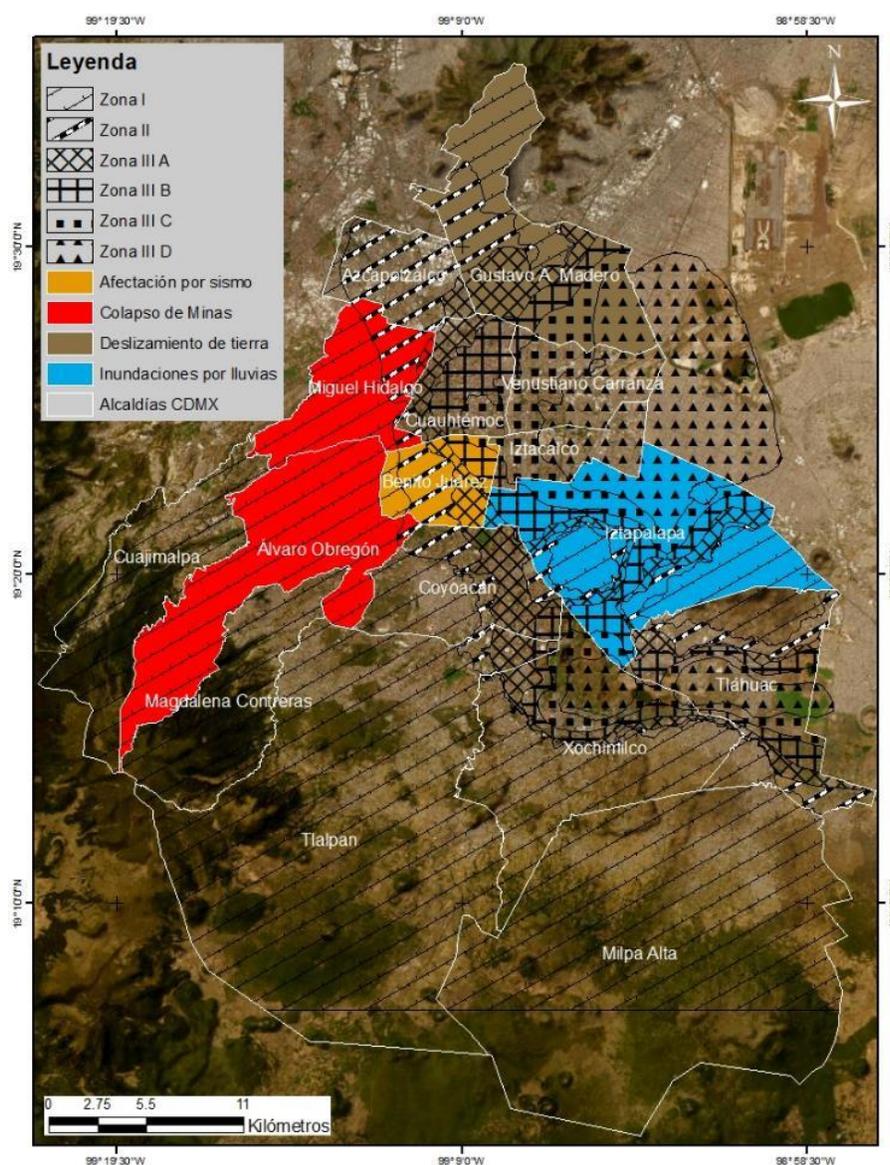
Quando la tierra no está sujeta por las raíces de las plantas, puede verse fácilmente arrastrada por el viento o el agua. Como resultado, el suelo suelto y erosionado puede hacer que las inundaciones, los deslizamientos de tierra y los vientos huracanados sean más intensos. Estos desastres naturales no solo destruyen las explotaciones agrícolas, sino que también pueden dañar infraestructuras urbanas que aportan servicios vitales a los habitantes de las ciudades (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019, p. 1).

Mapa 4. Degradación del suelo en la CDMX

Fuente: elaboración propia con base en datos de la Conabio, 2022.

Para complementar la cita anterior, el índice de degradación fue utilizado para interpretar los datos finales con el propósito de ser mayormente ciertos al implementarlos en posibles reconfiguraciones urbanas según el nivel de riesgo urbano identificado.

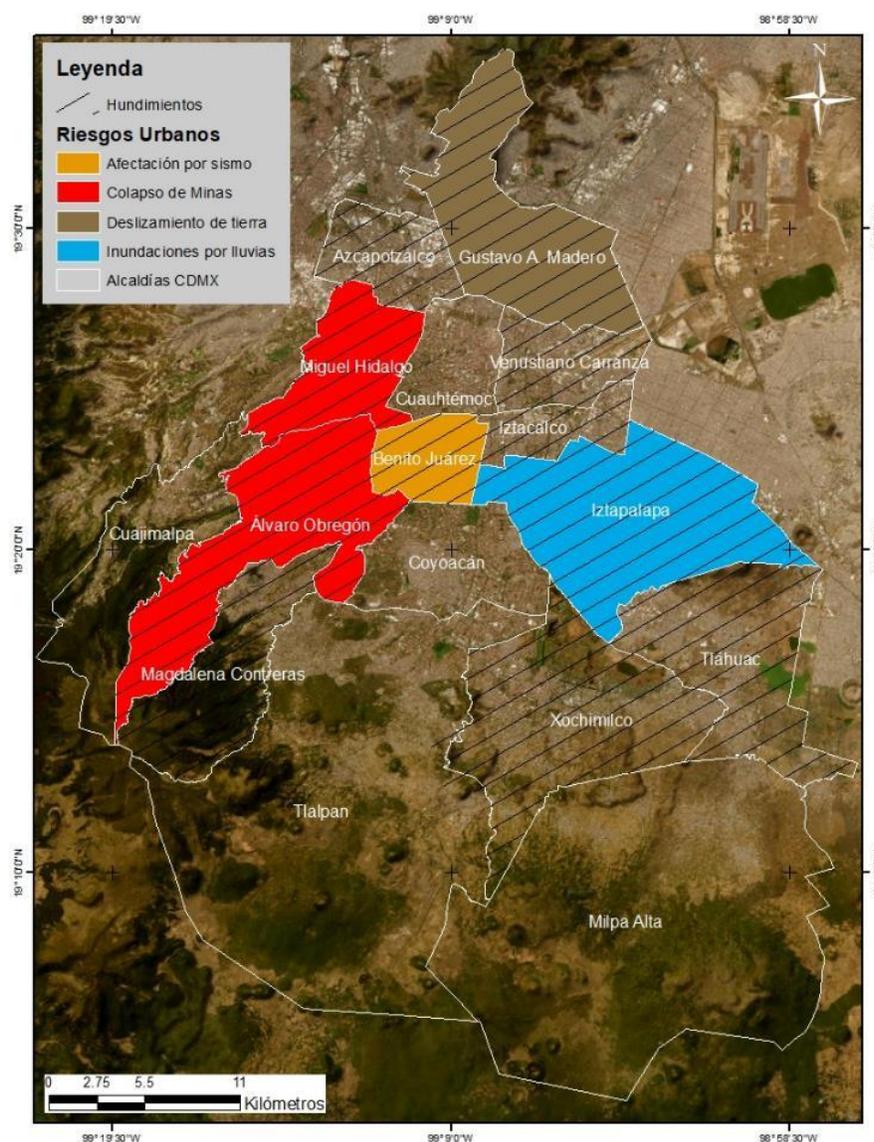
Posteriormente, se obtuvo el tercer mapa sobre las principales zonas sísmicas de la CDMX (Cenapred, 2023), en el cual se observan las principales áreas afectadas con base en los sismos anteriores, insertando los datos de riesgos urbanos con el objetivo de visualizar el grave peligro existente en estas zonas (ver mapa 5).

Mapa 5. Zonas sísmicas en la CDMX

Fuente: elaboración propia con base en datos del Cenapred, 2023.

Por último, se obtuvo el mapa de hundimientos (Cenapred, 2023), cuyos elementos sirvieron para observar el nivel de posible afectación con base en el cruce de información con la vertiente de los riesgos urbanos (ver mapa 6).

El resultado e intersección de los datos obtenidos en cada uno de los mapas anteriores revela la inmensa problemática actual de riesgo urbano existente según las afectaciones en estas alcaldías, las cuales fueron omitidas desde el inicio de la implantación del urbanismo de riesgo en la CDMX.

Mapa 6. Hundimientos en la CDMX

Fuente: elaboración propia con base en datos del Cenapred, 2023.

Discusión

En resumen, tras reunir la información cartográfica anterior se observa que en el mapa de índice de vulnerabilidad de inundación según el Cenapred (ver mapa 3), además de las inundaciones recientemente acontecidas (ver fotografía 1), la alcaldía Iztapalapa es la que mayor riesgo urbano posee ante inundaciones.

Sin embargo, las alcaldías Benito Juárez, Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tlalpan, Coyoacán, Cuajimalpa, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero poseen un riesgo medio-alto, sin olvidar que las inundaciones en la CDMX se

deben a diversos factores, actualmente potencializados por el cambio climático, aunado al mínimo mantenimiento a la infraestructura hidráulica, además del colapso de la red de drenaje profundo y semiprofundo por los altos volúmenes de basura (González, 2017).

En el caso del mapa de degradación del suelo en la CDMX según la Conabio (ver mapa 4) y las afectaciones recientes en cuanto a los deslizamientos de tierra (ver fotografía 2), se observa que la alcaldía Gustavo A. Madero es la que mayor riesgo urbano posee en cuanto a posibles deslizamientos de tierra. Las alcaldías Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztacalco, Coyoacán e Iztapalapa también cuentan con niveles de riesgo ante posibles afectaciones geomorfológicas a futuro, elementos que sirven para establecer posibles reubicaciones consensuadas con el objetivo de proteger a la población.

Por otra parte, la variable de zonas sísmicas otorgada por el Cenapred (ver mapa 5) precisa que, de las tres áreas, la tercera es la que mayor afectación tendría ante un posible movimiento sísmico, reforzando la información anterior con la siguiente cita textual del Servicio Geológico Mexicano:

Zona I firme o de lomas: localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.

Zona II o de transición: presenta características intermedias entre zonas I y III.

Zona III o de Lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas (Servicio Geológico Mexicano, 2017, p. 1).

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que de los sismos ocurridos en estos últimos años (ver fotografía 3), la alcaldía Benito Juárez posee un riesgo urbano latente y permanente ante diversos sismos de distintas magnitudes de acuerdo con la zona sísmica donde se encuentra; cabe mencionar que la alcaldía Iztapalapa sufre de la misma problemática en menor proporción, aunque de manera constante.

Por último, en el caso de los hundimientos cartografiados por el Cenapred (ver mapa 6) y los ocurridos recientemente por el colapso de techo de minas (ver fotografía 4), la alcaldía Iztapalapa es la que se encuentra en mayor riesgo urbano del total de las alcaldías examinadas; de igual manera, cuentan con algún grado de riesgo urbano las alcaldías Benito Juárez, Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo, Xochimilco, Tláhuac, Iztacalco, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero, Magdalena Contreras y Azcapotzalco, aunque en menor proporción.

Conclusiones

Al realizar un análisis profundo, la incorporación de los sistemas geo informáticos en posibles soluciones ante desastres urbanos es fundamental; sin embargo, la anulación del urbanismo de riesgo con la incorporación de software geo informáticos con el objetivo de prevenir es determinante para evitar afectaciones en diversas ciudades del mundo.

La demanda de servicios antropogénicos es cada vez más constante, por ello la planificación urbana debe ser instaurada adecuadamente con el objetivo de no establecer un urbanismo del riesgo, ya que la coordinación entre académicos, iniciativa privada, gobierno y población busca poblar urbanísticamente zonas que cuenten con características seguras para el crecimiento de ciudades.

La omisión e indiferencia del aparato gubernamental ante la instauración renuente de urbanismo de riesgo por parte de pobladores debe ser erradicada, ya que diversas personas se establecen en zonas sin tomar en cuenta las características geográficas del lugar según sean sus necesidades, sin vislumbrar un posible riesgo urbano latente. Pese a que las personas observan riesgos evidentes, generan la misma omisión de características geográficas del sitio por la necesidad de instaurar su patrimonio.

El aporte del uso de sistemas geo informáticos pretende evitar el inicio del urbanismo de riesgo en la construcción de nuevas ciudades, conociendo en mayor medida las características geográficas del terreno, teniendo como ejemplo lo que acontece en la CDMX y en diversas partes del mundo, donde el urbanismo de riesgo se convirtió en riesgo urbano, el cual, al estar físicamente establecido, concibe permanentemente inundaciones, colapso de techos de minas, sismos, deslizamientos de tierra, entre otros, y que pueden originar decesos, pérdida del patrimonio o incluso afectaciones psicológicas debido a la devastación y que pudo evitarse eliminando el urbanismo de riesgo en zonas con características geográficas inseguras y riesgosas.

Referencias

- Aceves, J.; Legorreta, G.; Lugo, J.; Umaña, J. y Legorreta, H. (2016). Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México. *Investigaciones geográficas*, (91), 43-55. <https://doi.org/10.14350/riq.46503>
- AN Ingenieros y Consultores. (2020). Los riesgos geotécnicos para las edificaciones en la Ciudad de México. AN Ingenieros y Consultores. <https://www.anic.com.mx/post/los-riesgos-geot%C3%A9cnicos-para-las-edificaciones-en-la-ciudad-de-m%C3%A9xico>

- Asociación Mexicana de Urbanistas. (26 de diciembre de 2022). Urbanismo de riesgo, el comienzo de desastres urbanos en la CDMX. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/opinion/asociacion-mexicana-de-urbanistas-ac/urbanismo-de-riesgo-el-comienzo-de-desastres-urbanos-en-la-cdmx>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred). (2023). Portal Atlas nacional de riesgos fenómenos. <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>
- Capital 21. (2020). Dejan lluvias en CDMX 466 casas con daños; mueren dos. Capital 21. <https://www.capital21.cdmx.gob.mx/noticias/?p=2381>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). (2022). Portal de geoinformación 2022, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw
- Córdova, M. y Vallejo, A. (2013). Riesgos urbanos en América Latina. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (11), 1-3. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.11.2012.912>
- Cuervo, I. (2015). Metodología de la información georreferenciada en vivienda informal: proyecto habitacional Nuevo Sol de Oriente Medellín. Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55624>
- Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). (2016). La UNAM te explica: la historia hidrológica de la cuenca de México. <https://www.fundacionunam.org.mx/ecopuma/la-unam-te-explica-la-historia-hidrologica-de-la-cuenca-de-mexico/>
- Escolero, O.; Morales, E. y Arce, J. (2015). Geología del Valle de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(2), 1-2. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222015000200001&lng=es&tlng=es
- Esparza, J. (2019). Identificación y análisis de áreas inundables a partir de una metodología de integración de escalas espaciales. Caso de estudio: La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Cuaderno Urbano*, 27. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/crn/article/view/4122/3757>
- Flores, E. (2004). Geoinformática e investigación geográfica situación actual y perspectiva. *Revista Forestal Latinoamericana*, 19(2), 59-81. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/24105>
- García, U. (11 de septiembre de 2021). Se registra un deslizamiento de tierra en Cerro del Chiquihuite. *Meteored*. <https://www.meteored.mx/noticias/actualidad/deslizamiento-de-tierra-del-cerro-del-chiquihuite-un-riesgo-latente-derrumbes-geologia-valle-de-mexico.html>
- Garmez, A. (21 de diciembre de 2021). En Pachuca, 29 colonias tienen riesgo de deslave. *Criterio*. <https://criteriohidalgo.com/noticias/pachuca-29-colonias-riesgo-deslave>
- González, J. (6 de junio de 2017). ¿Por qué siempre se inunda la Ciudad de México? *Nación321*. <https://www.nacion321.com/ciudadanos/por-que-siempre-se-inunda-la-ciudad-de-mexico>
- Infobae. (2019). Volcán Popocatepetl: el mapa de zonas de riesgo en caso de erupción. Infobae. <https://www.infobae.com/america/mexico/2019/03/29/volcan-popocatepetl-el-mapa-de-riesgos-en-caso-de-erupcion/>
- Juárez, A. (2018). Metodología para la elaboración digital de mapas: caso Volcán Nevado de Toluca. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 20(2), 103-115. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40158030010>
- Ledezma, H. (2021). Consecuencias del sismo del 19 de septiembre de 2017. ¿Cuáles fueron? *Unión CDMX*. <https://www.unioncdmx.mx/2021/09/18/consecuencias-del-sismo-del-19-de-septiembre-de-2017-cuales-fueron/>

- López, I. (2021). *Amenaza, vulnerabilidad, riesgo y estrategias*. Universidad Nacional de La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/122245>
- López, J. (10 de julio de 2022). Minas, en riesgo de colapso súbito en las alcaldías Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo. *Excelsior*. <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/minas-en-riesgo-de-colapso-subito-en-las-alcaldias-alvaro-obregon-y-miguel-hidalgo/1525814>
- Narváez, I.; Durán, G.; Menoscal, J. y Bayón, M. (2020). Espacio urbano periférico y la construcción social del riesgo en ciudades intermedias. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 13. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.eupc>
- Navarro, D.; Vallejo, I. y Navarro, M. (2020). Análisis de la vulnerabilidad social a los riesgos naturales mediante técnicas estadísticas multivariantes. *Investigaciones Geográficas*, (74), 29-49. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.NVN>
- Ochoa, J. y Guzmán, A. (2020). La vulnerabilidad urbana y su caracterización socio-espacial. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 15(27). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477963263004>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (ONUAA). (2019). Detengamos la erosión del suelo para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1193735/#:~:text=La%20erosi%C3%B3n%20del%20suelo%20da%C3%B1a%20las%20infraestructuras%20urbanas&text=Como%20resultado%2C%20el%20suelo%20suelto,vientos%20huracanados%20sean%20m%C3%A1s%20intensos>
- Pérez, C.; Pérez, J., Hernández, L.; Gustabello, R. y Becerra, E. (2019). Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(2), 30-46. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992019000200030&lng=es&tlng=es
- Radicelli, C.; Pomboza, M.; Villacrés, C. y Boderó, E. (2019). Sistemas de información geográfica y su aplicación en las ciencias sociales: Una revisión bibliográfica. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (8), 93-104. <https://doi.org/10.37135/chk.002.08.02>
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.6 en línea]. <https://dle.rae.es>
- Rivera, O. (2022). Transformación urbana-ambiental y riesgo de deslizamientos de tierra en el patrimonio arquitectónico no permitido, Área Natural Protegida La Loma, Álvaro Obregón, México. *Revista Geográfica Digital*, 19(37), 102-112. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/view/5865/5665>
- Rojas, A.; Chung, P. y Correa, D. (2022). Servicios urbanos para la construcción de resiliencia en los espacios públicos de tipo abierto en México. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (11), 23-49. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i11.178>
- Serrano, I. (2022). Crece a 500 los puntos de inundación en Área Metropolitana de Guadalajara. Portal UDG. <https://www.udg.mx/es/noticia/crece-500-los-puntos-de-inundacion-en-area-metropolitana-de-guadalajara>
- Servicio Geológico Mexicano. (2017). Sismología de México. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>
- Trujillo, J. y Esteban, R. (10 de septiembre de 2021). Casas y comunidades abandonadas: los daños que dejó el sismo en Guerrero. *Milenio*. <https://www.milenio.com/estados/guerrero-asi-fueron-los-danos-por-el-sismo-en-casas-y-comunidades>
- Vázquez, M.; Rodríguez, D.; Ortiz, N.; Olivera, L.; Grillo, J. y Bécquer, T. (2017). La prevención del riesgo de desastres en la comunidad. *Revista Médica Electrónica*,

39(5), 1022-1032. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000500002&lng=es&tlng=es
Villanueva, A. (2016). Primeros monasterios del siglo XVI en las laderas del Popocatepetl Morelos y Puebla (México). *Viaje al patrimonio*.
<https://viajealpatrimonio.com/listing/primeros-monasterios-del-siglo-xvi-en-las-laderas-del-popocatepetl/>

Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Rivera González, O. D. y Rodríguez Van Gort, M. F. T. (2023). Urbanismo de riesgo, el principio de los desastres urbanos y su prevención con sistemas geo informáticos, CDMX, México. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 13(25). <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a13n25.810>

* Óscar Daniel Rivera González. Posdoctorante en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. Doctor en Urbanismo, con orientación en riesgos urbanos ante deslizamientos de ladera. Profesor de asignatura en el Colegio de Geografía en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, nivel I. Correo electrónico: oscarriverag@filos.unam.mx

** Mary Frances Teresa Rodríguez Van Gort. Doctora en Ciencias, con orientación en vulnerabilidad, riesgos y desastres. Directora y profesora de tiempo completo de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, nivel I. Correo electrónico: francesrv@filos.unam.mx