



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Arquitectura

Maestría en Ordenamiento del Territorio

**ANÁLISIS ESPACIAL CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA COLONIA
ENCINAL, XICOTEPEC, PUEBLA, MÉXICO**

Tesis para obtener el grado de Maestro en Ordenamiento del Territorio

Presenta:

UDA. Uriel Barrios Rodríguez

Matrícula: 220470251 CVU: 1049801

Directora: Dra. Stephanie Scherezada Salgado Montes

ID: 100525671 CVU: 491615

Codirectora: Dra. María de Lourdes Flores Lucero

ID: 100408222 CVU: 85792

Asesoras:

Dra. María Lourdes Guevara Romero

ID: 1005221886 CVU: 336949

Dra. Mónica Erika Olvera Nava

ID: 100257188 CVU: 48542

Índice

Introducción	3
Planteamiento del problema.....	10
Hipótesis	11
Objetivo general	11
Metodología	12
Capítulo I - La construcción del riesgo de inundación en asentamientos irregulares	14
La transformación de los fenómenos naturales en amenazas	14
La vulnerabilidad potenciada en los asentamientos irregulares	20
Capítulo II – La necesidad de la información geoespacial para la toma de decisiones	23
Sistemas de Información Geográfica, ciencia aplicada	23
El enfoque espacial del riesgo.....	26
Inclusión de la geointeligencia para la toma de decisiones	30
Capítulo III – El débil enfoque espacial de la gestión integral de riesgo de desastre	35
La información geoespacial para hacer frente al riesgo	37
Debilidad del análisis de riesgos de desastres hidrometeorológicos	41
Limitantes para acceder a la información pública.....	50
Capítulo IV - Colonia Encinal, una zona de riesgo	55
Riqueza hídrica transformada en amenaza	59
Zona de Riesgo de Inundación – Zona de peligro (amenaza) y evaluación de la vulnerabilidad	66
Omisiones institucionales para la prevención y mitigación del riesgo	71
Conclusiones	73
Referencias	77

Introducción

La presente investigación desarrollada entre el periodo 2020 – 2022 es parte de los proyectos de investigación del Cuerpo Académico 118 Planeación y Gestión Territorial Sustentable de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Además, recibió un financiamiento a través de la beca nacional del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Los riesgos de desastre son fenómenos prioritarios para atender en las agendas internacionales y nacionales, en lo que deben poner atención principalmente los gobiernos locales. Debido a que las personas habitamos un planeta sumamente dinámico en el que se producen permanentemente diversos fenómenos naturales, a través de procesos complejos de transformación del medio ambiente natural que cambian constantemente el entorno en el que vivimos y nos desarrollamos. Si bien, estos fenómenos son imprescindibles y fundamentales para la conformación de las condiciones que han dado origen y mantienen a toda la vida en el planeta (SPCGIR, 2021), la generación de los desastres es un efecto de los cambios naturales originados por parte de los humanos para crear zonas de confort en las que puedan habitar, no importando que a causa de esto, ellos mismos se pongan en riesgo.

Estas transformaciones del territorio mediante las actividades humanas han originado que los asentamientos ubicados en esas zonas se conviertan en vulnerables, en los cuales hay poca atención ante las rupturas que presentan con la naturaleza, incentivando que los desastres se sigan desarrollando y cada vez de una manera más agresiva para dichos asentamientos. Como todos sabemos, el agua es uno de los recursos naturales imprescindibles para el desarrollo de ecosistemas, en donde hay en gran medida una gran riqueza de vida, así como para el desarrollo de las personas, para regular el clima, para sanear el planeta. No obstante, la transformación de los causes, y otras corrientes de agua provocan grandes desastres cuando los caudales sufren fuertes transformaciones que los convierten en peligros principalmente por la incidencia de las personas y/o la

omisión de acciones que ayuden a prevenir la presencia o el impacto de agentes perturbadores en asentamientos humanos.

Aunque, desde hace varias décadas, a nivel global se han puesto en marcha acciones para evitar y disminuir los riesgos de desastre, aquellos relacionados con fenómenos hidrometeorológicos como las inundaciones siguen sucediendo. Por ello, es necesario explorar los procesos mediante el cual, estos fenómenos naturales, se modifican en peligros estimulados por la sociedad, implementando colaboraciones con otras amenazas, ya sea de tipo contaminante para la naturaleza o para los humanos, así como también en la actualidad, pueden ser de tipo tecnológico, que han afectado en gran medida a asentamientos urbanos (Lavell, 1996). Además de identificar las amenazas como uno de los problemas en la construcción del riesgo de desastre, también se deben relacionar con las variables de vulnerabilidad física y social, para conocer realmente cuál es la causa de la generación de dichos desastres (Gabriela & Tobías, 2016).

Los riesgos de desastre pueden ser mitigados o prevenidos, si los diferentes órganos de dirección de la sociedad (ciudadanos, gobiernos, autoridades) se preparan (SPCGIR, 2021), es decir, las diversas organizaciones sociales tienen la posibilidad de desarrollar habilidades que permitan prevenir y mitigar los desastres, para así, crear una resiliencia y transformación de estas zonas urbanas junto con sus pobladores (Barrios, Salgado, & Flores, 2021).

En el proceso de riesgo de desastre, las personas tienen un papel importante y necesario en la creación de actividades proactivas, que se expresan como “un proceso social con el fin último de predecir, mitigar y controlar a largo plazo los factores de riesgo de desastres [...] pertinentes e integrados al logro de lineamientos para el desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenible” (Mojtahedi & Oo, 2016). Se deben fortalecer las acciones proactivas, incluidas la predicción y la prevención, la participación interinstitucional en varios niveles y la cooperación local y mundial de organizaciones no gubernamentales (ONG¹) o empresas privadas, instrumentos de ordenamiento, remarcando la falta

¹ ONG: Las organizaciones no gubernamentales, conocidas en español como ONG, recibieron el nombre en 1945 por las Naciones Unidas, se definen como entidades sin fines de lucro, independientes y voluntarias. Trabajan para promover el cambio social o político a gran escala, o localmente, y desempeñan un papel crítico

de enseñanza, entendimiento, bases de datos e información (Moe & Pathranarakul, 2006).

En México, la prevención y mitigación de los riesgos de desastres han progresado cuando se integran los instrumentos de la administración pública, en programas de análisis urbano, programas de planeación territorial, planes sectoriales y atlas de riesgos.

Generalmente, estos instrumentos muestran carencia de información detallada y procesos metodológicos que la garanticen, ejemplo de ello; son los atlas estatales y municipales, los cuales no están actualizados, muestran el análisis espacial incompleto y falta de información. Además, la carencia de una normativa sólida e incluyente que establezca la colaboración y responsabilidad de los diferentes actores relacionados, que contengan datos y estudios espaciales actualizados para lograr de esta forma, proponer estrategias particulares para cada caso, debido a que, varios de los estudios existentes no definen los riesgos de desastre en la escala local como los asentamientos urbanos, y todavía menos en asentamientos irregulares en los cuales hay elevados niveles de vulnerabilidad (Alcántara, 2019).

Aunque hay herramientas de planeación con enfoque preventivo como la política de Gestión Integral del Riesgo, en la práctica se actúa frente a la emergencia, aunado a que conceptualmente la prevención está enfocada, además, en la prevención de la emergencia y no frente al riesgo, problema que se ve potenciado en asentamientos urbanos no consolidados y localizados en zonas no idóneas para la generación de la sociedad, tales como los asentamientos irregulares (Plot, 2011). El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) ha calculado que el precio derivado de este enfoque referente a los fenómenos hidrometeorológicos en México crea pérdidas por 210 millones de dólares (mdd) todos los años y cerca de 20 millones de individuos aproximadamente que permanecen expuestas a desastres provocados por las fuertes inundaciones y el mal funcionamiento del riesgo (CENAPRED, 2014).

en la sociedad en desarrollo, ya que se enfocan en la mejora de las comunidades y promueven la participación ciudadana (Candid. Learning, 2022).

Para eso, se han creado políticas, e instrumentos a partir de los tres ámbitos de gobierno federal, estatal y municipal que han contribuido al entendimiento de la construcción social de riesgo de desastres, y han delineado tácticas de acción para hacerles frente, pero no han logrado enlazar un enfoque espacial, es decir, los Sistemas de Información Geográfica (SIG²) tales como los estudios hidrológicos; los cuales ayudan a estudiar y evaluar inundaciones con datos más precisos, han sido desaprovechados como herramientas para la identificación de desastres hidrometeorológicos.

El análisis espacial y los SIG como tecnología permiten analizar y demostrar las causas sociales y espaciales que han originado la construcción del riesgo y como la sociedad se ha puesto en condiciones vulnerables en dichos asentamientos irregulares, permitiendo para calcular e identificar variables a través de asignación y análisis multivariable (Salgado M. S., 2021).

De acuerdo con lo anterior, los SIG en el análisis espacial, fundamentan una pieza clave en el desarrollo decisorio, al integrarse a una ciencia aplicada que posibilita plantear opciones de solución a incógnitas específicas, y gracias a esta tecnología se dispondría información actualizada y sistematizada, relacionada con datos estadísticos y geográficos que permitan explorar el problema en diferentes ámbitos y escalas territoriales.

En esta investigación, se explora y explica la construcción del riesgo de desastre por inundaciones en el municipio de Xicotepec, el cual además muestra severos problemas vinculados con la gestión del agua, obras hidráulicas, sequías, bienes inherentes o concesiones de agua, contaminación de acuíferos y cauces. Además, de que se analizan los procesos geográficos, como, por ejemplo: su ubicación geográfica aumenta la vulnerabilidad ante los fenómenos de origen hidrometeorológicos, entre los meses de junio a octubre, ya que está expuesto a los impactos de los huracanes, ciclones, y varias tormentas tropicales. Por tal motivo,

² Los SIG, son una tecnología útil en ésta y en diversas tareas cuya ocupación inicial era como ayuda para la unificación de datos y de análisis geográfico, pero ahora, ha sido superado (Mejía & Ruíz, 2011); puesto que, en la actualidad, se ha inclinado en un enfoque multidisciplinar, integrado a las dimensiones de un lapso de tiempo para prestar atención a propósitos más extensos.

la mayoría de desastres naturales³ durante las últimas tres décadas competen a eventos meteorológicos, históricamente el 98% de las pérdidas económicas son relacionadas a desastres hidrometeorológicos, causados por la aparición de los ya mencionados huracanes y tormentas tropicales, que han originado fuertes lluvias durante el año (SOSAPAX, 2020), y que estas aumentan en gran medida por la transformación del entorno debido a las condiciones antrópicas.

Los instrumentos de planeación territorial en Xicotepec son escasos, únicamente se cuenta con el Plan de Desarrollo Municipal (2021-2024), en donde, en su desarrollo, los encargados de su elaboración no toman en cuenta a los ciudadanos del municipio, lo elaboran de acuerdo a los beneficios propios del gobierno, por lo que, no hay un sustento en sus diagnósticos y las estrategias llevadas a cabo, por lo que, los habitantes desconocen de él (Opinión , 2021). De acuerdo con reportes del antes conocido Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), las inundaciones son uno de los riesgos más recurrentes en los asentamientos urbanos irregulares del municipio (SHCP, 2017).

A partir de lo mencionado anteriormente, es necesario realizar una investigación que no solamente explique el problema, sino que también presente un proceso metodológico con base en el desarrollo de análisis espacial con ayuda de la tecnología, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales, generan datos que ayudan en la facilitación de decisiones por parte del gobierno o instituciones desde una perspectiva de adaptación y preventiva. Por lo anterior, la complicación de este tema requiere la atención inmediata por parte de los ciudadanos y gobierno para así tomar una adecuada decisión, por lo tanto, el propósito de este estudio es reevaluar los SIG, con los distintos análisis espaciales para fundamentar el riesgo de inundación y como ha sido su construcción social de los habitantes aplicado principalmente a un asentamiento irregular, como lo es la colonia Encinal, en el municipio de Xicotepec.

³ Cabe aclarar que en la mayoría de la literatura se habla de fenómenos naturales como la principal causa de los desastres naturales y hay una diferencia entre estos, los fenómenos naturales no causan ningún desastre por si solos, sino que, los desastres son producto en la mayoría de las veces por la intervención del hombre sobre el territorio, afectándolo de tal manera que cuando haya un fenómeno natural este se convierta en un desastre, poniendo en riesgo a los habitantes de esos asentamientos humanos (Olvera Nava, 2022).

Dicho lo anterior, su estructura que se muestra en esta investigación está conformada de la siguiente manera: Se presenta el protocolo de investigación en donde se resalta el riesgo de inundación en la colonia Encinal, a continuación, se presentan cuatro capítulos. - El Capítulo I – La construcción del riesgo de inundación en asentamientos irregulares, tiene el objetivo de explicar el enfoque de la construcción social del riesgo y reconocer las variables que permiten medir los niveles de riesgo y vulnerabilidad enfocados en asentamientos irregulares. El Capítulo II – La necesidad de la información geoespacial para la toma de decisiones tiene el objetivo de definir la importancia de la información geoespacial para la toma de decisiones, y la incorporación de la tecnología SIG, para la generación de análisis de datos con enfoque de prevención y mitigación del riesgo mediante la geointeligencia para la facilitación de mejores decisiones. El Capítulo III – El débil enfoque espacial de la gestión integral de riesgo de desastre, tiene el objetivo de analizar y evaluar los instrumentos legales y la institucionalidad existente, debido a la carencia de datos detallados en una escala local y la falta de personal calificado para su análisis geoespacial, destacando también las debilidades del análisis riesgos de desastre hidrometeorológicos en esos instrumentos y, además, las limitantes a las que se enfrentan las personas e investigadores para acceder a la información contenida en dependencias e instituciones gubernamentales. El Capítulo IV – Colonia Encinal, una zona de riesgo, el objetivo es analizar datos estadísticos y geográficos de la colonia Encinal para explicar cómo la población ha transformado la riqueza hídrica en amenaza, debido a la carencia de información y a la regulación del suelo, además de que se realiza una valoración física y social de sus vulnerabilidades.

Finalmente, en esta investigación como una de las principales conclusiones es la revaloración de la tecnología de Sistemas de Información Geográfica, en el desarrollo de análisis espacial aplicado a un asentamiento irregular en zonas de riesgo de inundación, como la colonia Encinal, y proporcionar información detallada para establecer cuales fueron las causas naturales y antrópicas, así como las consecuencias de la construcción del riesgo.

En este sentido el principal aporte fue generar datos cuantitativos y cualitativos, vectoriales y *raster* en escalas menores a 1: 20 000 que pueden servir como referentes para profundizar en las investigaciones de riesgos y plantear estrategias preventivas, resilientes, mitigatorias y de adaptación.

Planteamiento del problema

En el municipio de Xicotepec existen asentamientos irregulares en riesgo de inundación, debido a la deficiente planeación urbana, la carencia de leyes, planes y programas de desarrollo urbano que regulen los usos de suelo y el crecimiento urbano. Aunado a esto, el análisis espacial a través de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica se ha desaprovechado para generar, procesar y detallar información geoespacial que permita explicar las causas de las inundaciones, particularmente en asentamientos irregulares.

La información que existe para el análisis de riesgos está disponible en la escala del Estado de Puebla, el gobierno municipal de Xicotepec carece de la tecnología de los SIG, y no cuenta con personal capacitado para realizar análisis de riesgos de desastre, estas condiciones dificultan la identificación del riesgo en los asentamientos urbanos y generación de estrategias preventivas y de mitigación para el municipio, por el contrario, incentiva las situaciones de emergencia. Por otra parte, los precarios recursos económicos y materiales, el débil involucramiento del gobierno y de la sociedad para generar información, estrategias de prevención y mitigación que permitan reducir la vulnerabilidad. Los habitantes del municipio no tienen información de los fenómenos meteorológicos y no son parte de los procesos de planeación urbana y gestión del riesgo de desastre, por lo que actúan ante la emergencia.

El caso de la colonia Encinal, es un asentamiento irregular localizado al noroeste de la cabecera municipal, la localidad urbana Xicotepec de Juárez, con una superficie de 82,000 m² aproximadamente que se construyó en la ribera del cauce de un arroyo perenne (convertido a canal), en el que existen 286 viviendas y 1,056 habitantes (INEGI, 2020). En la colonia el Encinal las personas que se ubican cerca del arroyo, abandonan sus viviendas en temporada de lluvia durante los meses de junio a octubre, debido a que el arroyo colapsa por el estancamiento de residuos sólidos y el azolve de material orgánico del suelo, generando inundaciones y causando pérdidas materiales bienes e inmuebles, dado que la mayoría de ellas están construidas de madera, cartón y algunas de polietileno de baja calidad.

Se identificó la zona de riesgo de inundación en la cual, se encontraron 49 viviendas y 200 habitantes aproximadamente que se encuentran vulnerables.

Hipótesis

La revaloración de los Sistemas de Información Geográfica en el análisis espacial aplicado a un asentamiento irregular en zona de riesgo de inundación como la colonia Encinal, proporcionará información geoespacial específica para determinar las causas de la generación de las inundaciones urbanas y definir las condiciones y niveles de vulnerabilidad física y social de manera automatizada, precisa y actualizable. La información permitirá plantear estrategias bajo el enfoque de la prevención y mitigación del riesgo y la vulnerabilidad.

Objetivo general

Analizar las causas y consecuencias de la construcción del riesgo de inundación por medio de los Sistemas de Información Geográfica, que incluyan la participación social, para generar información geoespacial y estadística que permita plantear estrategias bajo el enfoque de la prevención y mitigación del riesgo y la vulnerabilidad.

Metodología

Para el proceso metodológico de esta investigación se realizó bajo el enfoque de la teoría de la construcción social del riesgo (Acosta, 2005) por lo que fue necesario explicar los aspectos físicos, sociales y políticos que inciden en la generación de las inundaciones. La revisión de literatura especializada de autores como Ulrich Beck, Bosques Sendra, Buzai, Alex Lavell entre otros, permitió comprender dicha teoría que define la estructura social del riesgo como el proceso de generación y producción estados de vulnerabilidad que miden y definen el impacto ante la presencia de amenazas natural (Acosta, 2005), además, identificar las variables naturales y antrópicas y los diferentes niveles en los que se presenta el riesgo y la vulnerabilidad que dependen de la exposición, la carencia y las omisiones por parte de las instituciones y organizaciones locales para generar información espacial.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), sirvieron para generar el análisis espacial, el cual, funcionó como el método principal para realizar el diagnóstico urbano que ayudó a identificar el área de riesgo de inundación, además de analizar las vulnerabilidades sociales y físicas. Se utilizaron datos vectoriales de la carta urbana de INEGI (2010) en escala 1:50 000, los atlas de riesgos de CENAPRED (2014), así como, datos georreferenciados en los recorridos de campo correspondientes a los niveles máximos de agua y las altitudes a las que se encuentran las viviendas. Los límites geográficos del Marco Geoestadístico (INEGI, 2020), los datos estadísticos del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), la carta topográfica en escala 1:20 000, el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas en escala 1:50 000 (SIATL, 2022) y las corrientes de agua en escala 1:250 000 (INEGI, 1983) los cuales sirvieron para realizar el análisis espacial, estos datos se procesaron con el software QGIS 3.14 mediante las herramientas de geoprocetamiento y modelado hídrico, como resultado, se clasificaron los tramos del arroyo para definir las zonas con alto riesgo de inundación y las viviendas vulnerables. Se generó cartografía para demostrar el éxito del análisis espacial en el riesgo de inundación, que muestran las condiciones naturales y las condiciones

antropogénicas que inciden en el riesgo y determinan la vulnerabilidad en la colonia Encinal.

El diagnóstico urbano se completó con el análisis de los actores involucrados mediante entrevistas virtuales (debido a la pandemia de COVID-19) para conocer las percepciones de las personas sobre el riesgo de inundación y las medidas tomadas para prevenir o actuar ante una situación de emergencia. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los gobernantes del municipio y a las instituciones encargadas de ver por el bienestar de la comunidad, para determinar la aplicabilidad del uso de SIG en la elaboración de estudios de riesgo de desastres. Así como también se identificaron instrumentos, planes y programas legales en los que se integran los SIG como tecnología para mejorar las decisiones tomadas en estos casos de riesgo.

Capítulo I - La construcción del riesgo de inundación en asentamientos irregulares

El presente capítulo explica la mirada institucional limitada de la capacidad del gobierno para depender únicamente de variables ambientales para identificar modelos de riesgo aplicables. Este riesgo de desastres se complejiza aún más por estas inconsistencias ambientales construidas dadas principalmente para el bienestar de los ciudadanos, a manera de que sus viviendas e infraestructura sean de acuerdo a sus actividades habituales, estas inconsistencias se observan también en las diferencias sociales, económicas y de la conciencia (debido a que cada individuo tiene una perspectiva diferente), asociados y vinculados con vulnerabilidades de sectores característicos de esas zonas, tales como, los asentamientos irregulares.

La transformación de los fenómenos naturales en amenazas

A finales del siglo XX se sostenía la idea de que los desastres eran fruto de fenómenos naturales⁴, actualmente, se ha reconocido que los desastres son producto de la presencia de fenómenos naturales y de las acciones humanas que degradan los elementos naturales (Lavell, 2004). Por ejemplo, la excesiva tala de árboles provoca la erosión del suelo, la explotación y contaminación del agua, el constreñimiento y desecación de los cauces. Esto es el resultado de un crecimiento urbano con poca regulación para preservar los recursos naturales, una débil gestión y planeación urbana que dificulta reconocer las potencialidades del territorio, evitar su degradación o colocarlo en condiciones de riesgo y vulnerabilidad (Alcántara, 2019). En este sentido, un desastre es la culminación de un proceso de acciones antrópicas sobre una zona de peligro, en donde los habitantes se convierten en vulnerables representando la materialización de una condición de riesgo existente (Lavell & Franco, 1996), lo que Jiménez detalla:

⁴ A mediados de los 80' científicos sociales comenzaron a coincidir en que un fenómeno natural no debería convertirse en un desastre, a no ser que existiera una interacción entre éste fenómeno natural y un sistema expuesto afectable y vulnerable.

“Los desastres siempre se presentan por la acción del hombre y que esto ha ocurrido desde los orígenes de la humanidad, ocasionando pérdidas económicas que cada año van en aumento con valores de miles de millones de dólares, relacionados a desperfectos en los asentamientos urbanos, así como también en actividades relacionadas a la economía del lugar y lo que es aún más grave a pérdidas humanas” (Jiménez Hernández, 2013).

A partir de la declaración realizada por la Organización de las Naciones Unidas en el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (ONU, 1987) ya no se consideran los desastres como azotes ineludibles de la naturaleza, sino como fenómenos habitualmente capaces de la prevención y, por supuesto, de reducción o mitigación. Los datos muestran que el impacto de los desastres naturales han causado grandes daños, tanto materiales como económicos (Salgado M. S., 2020), derivadas de la incidencia de las personas al modificar el espacio para su conveniencia (Pelling, 2005).

Cómo punto de partida el riesgo relacionado con las actividades humanas implica la aparición de un sujeto provocador que probablemente ocasionará un desperfecto a un sistema afectable, como un asentamiento humano, de tal grado que se convierta en un desastre (Lavell, 2004). Entendido de esta manera, las inundaciones como fenómenos naturales no representan un riesgo, cuando por ejemplo se establecen en humedales, al cubrirse de agua dan lugar a un ecosistema híbrido entre acuáticos y terrestres, sin embargo, cuando se presentan inundaciones en asentamientos humanos que presentan un grado de precariedad o bajo acceso a servicios públicos como agua potable, alcantarillado, aseo y energía eléctrica, pueden generar pérdidas humanas y materiales (Alfie, 2007).

La situación del riesgo de desastres con enfoque de prevención se ha tratado por disciplinas distintas, de acuerdo con Beck (1998) tenemos que, las ciencias exactas se ocupan del aumento y efectos físicos en la sociedad, tales como; de huracanes, tsunamis, terremotos, etc. Mientras que la ciencia social se ocupa del estudio del impacto de los eventos extremos en la sociedad y cómo reacciona y como se pueden adaptar a las nuevas situaciones creadas por los desastres. Sin embargo, los aportes de ambas áreas de investigación concluyeron que los

desastres revelan un conjunto de relaciones de procesos que reflejan la complejidad de los factores involucrados ante la presencia de un riesgo de desastre.

Una de las debilidades de los estudios de riesgos de desastre, es que no toman en cuenta la participación de la sociedad, por lo que son excluidos del sistema de prevención (Bender, 1993). Se debe reconocer que no basta con informar, sino también establecer mecanismos de participación ciudadana y en la vida cotidiana para reconocer el riesgo y la vulnerabilidad, de otra manera esta aumenta al no poder prevenir las amenazas (Estrada, 2017). Entonces, se puede decir que el riesgo se remite a un mañana que se debe eludir, prevenir y mitigar, con base a estudios detallados que contemplen la participación de la sociedad, de acuerdo con Ulrich Beck (1998):

“Estos peligros van en aumento debido a los procesos de actualización y que, completamente con sus utilidades incompletas y supeditaciones, con daños y amenazas. La modernización se presenta de una manera universal, dado que los riesgos se reúnen causalmente por el contenido, por el espacio y por el tiempo, no dejando a lado la responsabilidad social y jurídica. En este sentido se trata de una conciencia teórica y científica que si se quiere estudiar debe existir una colaboración de disciplinas, de grupos ciudadanos, empresas, administraciones y de la política, que no debe tener definiciones distintas unas de otras porque de ahí depende el mal análisis” (Beck, 1998, págs. 25-32).

El riesgo está relacionado con las actividades humanas, lo que implica una apariencia de algún sujeto provocador que probablemente ocasionará cierto desperfecto a un sistema afectable, como un asentamiento humano, de tal grado que se convierta en un desastre (Lavell, 2000). Entendido de esta manera, las inundaciones como fenómenos naturales no representan un riesgo, sin embargo, cuando se presentan inundaciones urbanas en asentamientos irregulares, en donde en muchos casos las viviendas no cuentan con los sistemas de construcción resistentes y adecuados a las condiciones naturales, la presencia de un suelo no apto para desarrollo urbano, asentamientos urbanos con alto grado de precariedad, sumado a la débil planeación urbana y débil regulación del uso de suelo, colocan a

estos asentamientos en condiciones vulnerables y los exponen a riesgos de desastre que genera daños materiales y con pérdidas ciudadanas.

Por lo tanto, un riesgo depende por factores fundamentales, tales como, una interacción de un tiempo y un territorio específico: el peligro o amenaza y la vulnerabilidad. La relación entre ambos es dinámica, cambiante y cambiante (Lavell, 2000). Esta interacción, por lo tanto, se debe a la naturaleza como a la sociedad, para revisar lo que se tiene, lo que puede ser modificado y la manera de hacerlo, reduciendo y amortiguando los riesgos (Carcellar, 2011). Por lo tanto, el nivel del riesgo se determinará por una magnitud posible que contenga la amenaza y el grado de vulnerabilidad presente. De acuerdo con lo anterior, un riesgo contiene un resultado de sumar la amenaza más la vulnerabilidad y a esta susceptibilidad de un sistema a ser afectado se le denomina vulnerabilidad.

En México, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el riesgo es el resultado de la relación por tres variables: el peligro, la vulnerabilidad y la exposición (CENAPRED, 2006). Entendiendo como peligro, la posibilidad de que ocurra un fenómeno de cierta magnitud en un espacio determinado que podría ser afectado. La vulnerabilidad se remite a la fragilidad espacial y se determina como una posibilidad de daño. Y, por último, la exposición, la cual se determina por la proporción de humanos y propiedades en el área que pueden dañarse. Esto se conoce como pérdida económica. El CENAPRED no considera algunos aspectos necesarios para la prevención del riesgo de inundación como la participación social de los habitantes de los lugares afectados por lo que, desde este enfoque el costo de las pérdidas se vuelve totalmente financiero y deja fuera las pérdidas humanas y las pérdidas del medio ambiente (ecosistema), aunado a esto presenta un enfoque en que se atiende el riesgo ante la emergencia (Cámara de diputados, 2022).

En el análisis del riesgo es necesario considerar problemas sociales como la escasez de alimentos, incremento de enfermedades e incluso la muerte de personas; económicos como la destrucción de cultivos, cosechas, vías de transporte, destrucción de hogares o poblados enteros; y ambientales como la destrucción de comunidades ecológicas ya sea de vegetación o animales que son

cubiertos o arrastrados por los sedimentos, en este caso, en la presencia de una inundación (Chardon, 1998). Asimismo, las fuentes de riqueza que están contaminadas por las crecidas amenazadas de las consecuencias secundarias (SCRIBD, 2020), el riesgo no depende de las clases sociales, sino que los riesgos tienen un efecto igualador por qué potencialmente pueden afectar a todas las capas sociales.

Si bien no depende de las clases, si de los niveles de vulnerabilidad, y en este sentido, no se presenta de igual manera en un asentamiento consolidado de clase alta, que, en un asentamiento precario irregular, por las variables que se conjugan como las de construcción, en las que unas se producen viviendas autoconstruidas con materiales no aptos y en la otra se utilizan los mejores que hay. Por otro lado, se identifica la facilidad que tienen los asentamientos consolidados para obtener servicios básicos necesarios en comparación con los asentamientos precarios que ni siquiera están reconocidos ante los gobiernos municipales (Council, 2005).

En el actual enfoque de prevención, mitigación y adaptación promovido hasta un nivel internacional desde el Marco de Sendai, en donde se desarrollaron, planes, políticas y estrategias de respuesta a desastres naturales antes y durante la emergencia de alguno de dichos fenómenos, todo esto con la participación de las organizaciones pertinentes, teniendo en cuenta los cambios climáticos y su impacto de los riesgos de desastres, al mismo tiempo que se facilita la participación de todos los sectores y partes interesadas, además se sugiere que esto sea revisado y actualizado periódicamente por los actores adecuados para identificar y evaluar el riesgo existente (Naciones Unidas, 2015).

Por tal motivo, el fundamento básico de un buen diagnóstico de riesgos es el saber científico de los fenómenos (peligros o amenazas) que ocurren y afectan a un área determinada, además de las estimaciones de las consecuencias (SCRIBD, 2020). En este, se deben considerar algunas particularidades de sus aspectos de los distintos equipamientos urbanos, también así, como las particularidades socioeconómicas de los asentamientos humanos en el campo de análisis. Es posible proponer un procedimiento general para evaluar los niveles de peligro de cualquier amenaza y vulnerabilidad, ya que el riesgo depende de las condiciones

específicas como la localización de dichos fenómenos que pueden encontrarse con mayor o menor fuerza, así también como, las condiciones vulnerables de los métodos mostrados (Baja Western, 2022).

Una vez que se identifica una amenaza para un sitio, las vulnerabilidades de todo tipo pueden propagarse entre los diferentes actores de la sociedad porque “si el riesgo afecta a todos, el impacto será diferente” (Alfie, 2007), según el nivel de vulnerabilidad en un contexto específico. Los eventos indeseables afectan las condiciones físicas, funcionales, socioeconómicas y ambientales del territorio, por lo que, estas frágiles condiciones deben ser consideradas en cuenta por parte de los expertos (JAVERIANA, 2021).

Estas variables ayudan a medir la capacidad de una población urbana para recuperarse o absorber los efectos de un evento peligroso, independientemente de la naturaleza o gravedad del evento estudiado, en otras palabras, no tienen nada que ver con las amenazas. La falta de resiliencia ante desastres naturales de baja solvencia es una condición de vulnerabilidad (BID, 2015), sin embargo, dada su fragilidad y vulnerabilidad socioeconómica, dado que las amenazas a los recursos naturales existen en un ambiente exógeno persistente, ciertas variables económicas y sociales reflejan las condiciones relativamente desfavorables, estimando que las amenazas naturales se hallan como una causa extrínseca latente sin determinar su representación (Docplayer, 2021).

En este sentido, la mitigación del riesgo requiere de investigaciones de acuerdo a ideas razonables interdisciplinarias que vincule el comportamiento y las apreciaciones humanas juntos con sus restricciones, para mejorar las decisiones tomadas, y las características físicas y tecnológicas del entorno (Science, 2008). Dejando en claro, un legado de poder tomar decisiones informadas sobre los hechos y así poder responder a los peligros mitigando su impacto, de tal modo que, en un lapso corto, cuando vuelvan a ocurrir acontecimientos semejantes, ya habría una disminución en la pérdida de vidas y lo que también es importante es que los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil estaría mejor informada de estos fenómenos y así tener unas mejores estrategias de acción (International Science Council, 2022).

La vulnerabilidad potenciada en los asentamientos irregulares

A finales de este decenio, a nivel nacional los efectos de las amenazas naturales causaron más de 20 millones de pérdidas humanas aproximadamente, además de pérdidas materiales y \$210 millones de dólares en pérdidas financieras principalmente en ciudades pequeñas y medianas latinoamericanas (Pelling, 2005). Una de las condiciones por las cuales el riesgo no es una situación prioritaria a atender es porque, las personas no ven su situación a futuro ante un riesgo eminente y esto conlleva a una falta de cuidado y nula representación de esta amenaza, que se ve potenciado por la falta de comunicación por los vecinos, lo cual, no permite tomar decisiones adecuadas y oportunas, que además, son conductas desordenadas que afectan no solo a ellos, sino también al medio ambiente, generando un grave desequilibrio que se refleja en áreas altamente urbanizadas que no son aptas para el uso urbano como los asentamientos irregulares (Narvaéz, Durán, Menoscal, & Bayón, 2020).

En el caso del Barrio Sarmiento en Heredia, Costa Rica, la reforma estructural iniciada desde el Estado tuvo entre otras consecuencias, el surgimiento de nuevos modos de vivir de la población, la privatización de los servicios y la expansión de las ciudades, entre otras consecuencias, tuvieron un fuerte impacto en los mercados de tierras y estructuras territoriales. En respuesta a los desequilibrios sociales y territoriales resultantes, los países que apoyaron este proceso crearon una serie de programas sociales dirigidos a comunidades de bajos ingresos que abordaron algunos de los problemas de vivienda (Plot, 2011). Se evidencio una acumulación de desintegración social con fuerte fragmentación del tejido urbano, por un lado, en áreas de desarrollo selectivo y, por otro, en grandes áreas de degradación, de difícil acceso, con mínima o nula infraestructura urbana, además de servicios separados de los centros urbanos en situación de ilegalidad y con duras condiciones ambientales naturales, estas condiciones urbano-ambientales varían de acuerdo al nivel económico de la sociedad, la cual se expone a diversos grados de vulnerabilidad (GOB HONDURAS, 2014). La ciudad ha fomentado su vulnerabilidad al no poder controlar el crecimiento urbano, al no lograr sostener una población en

una ciudad ya consolidada y provocando la búsqueda de nuevas oportunidades de vivienda en la periferia.

En países latinoamericanos se plantearon patrones opcionales para la investigación de los riesgos de desastres que comprendían principalmente el análisis de la vulnerabilidad, tal es el caso de Wilches-Chaux (1993) y Cardona (2003), que hacen referencia a las distintas vulnerabilidades en materia de carencia de información, rezago social y omisión institucional que incrementan la magnitud de los desastres. Estas evidencias empíricas sirvieron para explicar cómo la vulnerabilidad se potencia ante la exposición de fenómenos naturales en grupos sociales desfavorecidos y marginados por la sociedad en distintos ámbitos, tales como, la salud, la educación, viviendas en malas condiciones y sobre todo los servicios públicos básicos (CONEVAL, 2021). De acuerdo con Chardon, las tasas de crecimiento de los barrios irregulares son más fuertes que las de las áreas ya afianzadas, esto no es un fenómeno nuevo ya que sus condiciones están asociadas a la saturación del espacio central, los altos precios de la tierra o una mayor ocupación de la zona central, debido a que se utilizan para la producción de funciones comerciales. (Chardon, 1998).

En este proceso de expulsión, en los asentamientos irregulares se visualiza aún más en la integración de terrenos sin una preferencia urbana, la invasión del suelo fértil, la transformación de los ecosistemas y el cambio de la habitabilidad de la población local (Garza & Rodríguez, 2020). Estos lugares a menudo están siendo utilizados por las personas de escasos ingresos, los cuales, se asientan ahí de manera ilegal para sus necesidades de vivienda, pero ellos no tienen en cuenta que son terrenos inestables y propensos a desastres naturales debido a los problemas económicos y debido a la mala planeación que se convierten en vulnerables, combinado a un bajo nivel educativo, con un mal servicio de salubridad, servicios públicos básicos en mal estado o inexistentes y viviendas con condiciones inseguras (Barrios, Salgado, & Flores, 2021).

Los fenómenos hidrológicos vinculados a la reconfiguración urbana y a las actividades para la sociedad han aumentado, los asentamientos irregulares se ven afectados con mayor frecuencia por los tipos de vivienda existente (construidas con

madera, cartón y lámina), ya que son, inestables, temporales, peligrosas, defectuosas y frágiles en las que se alojan, y que esta vulnerabilidad se ve potenciada cuando se presenta una amenaza latente como lo son las inundaciones, además, la ubicación (como barrancas y cauces) en los que habitualmente se encuentran estos asentamientos no son aptas para el desarrollo de vivienda, debido a que no cuentan con servicios básicos públicos y la posesión de dicha área, no les corresponde. Asimismo, actúan de manera directa vertientes de ingresos económicos – son lugares en donde la población se ubica porque es suelo barato -, en cuanto a educación – no hay escuelas o instituciones cercanas que promuevan estrategias de enseñanza – aprendizaje en la comunidad y servicios de salud – la falta de equipamientos de salud, escases de medicamentos y especialistas -, afectando los patrones de respuesta, tolerancia y recuperación de las poblaciones afectadas por dichas inundaciones (Cardona, 2003).

Es necesario el análisis de las condiciones físicas y sociales de vulnerabilidad a través de abstracción alfanumérica y gráfica, así como la aplicación de tecnologías que permitan asociar y procesar de manera automatizada los datos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una tecnología potente en la que se aplica software libre, de datos estadísticos, información vectorial y ráster⁵, y metodologías para la investigación espacial bajo un enfoque sistémico para explorar y explicar cómo se generan los riesgos de inundación urbana. El uso de los SIG como tecnología impone una nueva modalidad de organización de trabajo que incluye las fases de definición ideal, con una formación de planeación de la indagación y opciones cartográficas simples acorde a su tema, que, dependiendo esa complejidad de los propósitos para los que se utiliza, en el caso de la prevención de inundaciones urbanas, pueden ayudar a la toma decisiones para prevenir un desastre,

⁵ Los rásteres son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados. Los datos almacenados en formato ráster representan fenómenos del mundo real: Los datos temáticos (también conocidos como discretos) representan entidades como datos de la tierra o de uso de la tierra.

Capítulo II – La necesidad de la información geoespacial para la toma de decisiones

En este capítulo es necesario incluir la información geoespacial para mejorar la capacidad de recopilar y procesar datos mediante la investigación, de manera calificada y clasificada para esta investigación, con los enlaces de grupos y modelos secuenciales (GEOGRAMA, 2021). Terminando con el análisis de datos geográficos, la explicación, la evaluación y la visualización, y la integración de los procesos que descubren el conocimiento de los Sistemas de Información Geográfica para la prevención y mitigación de los riesgos de desastres.

Sistemas de Información Geográfica, ciencia aplicada

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como Tecnología, son un sistema para crear, administrar, analizar y mapear todo tipo de datos, integra datos de ubicación (dónde se encuentran las cosas) con todo tipo de descripciones de información, el especialista vincula los datos obtenidos a un mapa para conocer más del terreno (especialmente se georeferencian las zonas territoriales con sus características físicas y naturales). Esta es la base del mapeo y este es el análisis utilizado en las distintas investigaciones y también en casi todos los ámbitos. Los SIG ayudan a los usuarios a entender los modelos existentes, las interrelaciones y los contextos geográficos, los beneficios de la utilización de estos sistemas incluyen la comunicación y eficiencia mejoradas y el control para poder tomar mejores decisiones (ESRI, 2022), además de que, la información que a menudo se distribuye en diferentes formatos por diferentes organizaciones e instituciones y se pueden centralizar e integrar para crear información "novedosa" que ayude a solucionar las distintas necesidades de la sociedad con distinta aplicación de software y también los diferentes usuarios. A diferencia de técnicas similares, los SIG proporcionan un sistema de información dinámico cuyos datos pueden actualizarse de manera regular o continua (Castillo, 2015). Un SIG puede usar una variedad de algoritmos para realizar operaciones espaciales e integrar un número ilimitado de capas

temáticas. También puede representar información geográfica gráficamente en una variedad de formatos, incluidos, los mapas temáticos entre otros.

La tecnología SIG y sus instrumentos de transformación de la información estadística y geográfica se logra mediante herramientas automatizadas, con la producción de mapas digitales, los cuales ayudan a entender el funcionamiento de una inundación bajo distintos eventos incorporando la información obtenida en una cartografía de riesgo que permitirá entender por qué se origina dicha inundación (Buzai, 2009). Además, mejora la amplitud y profundidad del análisis de riesgos, guía el proceso de desarrollo y ayuda a los planificadores a seleccionar la medida de mitigación e implementación de acciones de preparación y solución. Al combinar varios medios de información, los SIG pueden identificar datos novedosos e importantes sobre riesgos y apoyar a los investigadores a valorar el efecto de la amenaza en las acciones de crecimiento presentes y propensas a ser afectadas (Maskrey, 1985) .

Las investigaciones de riesgos de desastre generada por la aplicación es la consecuencia de las mismas imágenes de riesgo oficiales que impregnan los métodos de muchos de los entes nacionales ya sean organismos o instituciones de gestión de riesgos y de otras asociaciones. Siendo una ilusión de que el riesgo aparece como una variable objetiva, cuantificable y neutral (BID, 2015). Por lo tanto, las aplicaciones SIG, generalmente, no fueron creadas para generar datos que respalden las acciones de gestión de riesgos para los pobladores más vulnerables, sino, para respaldar las estrategias tradicionales de las instituciones u organismos nacionales y otras asociaciones (Garza M. , 2006).

Según Lavell (1996), los inicios de esta tecnología SIG utilizada para la valoración de riesgos fue generada en los años 70 y principios de los 80, por la agencia de *Menlo Park del United States Geological Survey* (USGS) para un condado ubicado en la parte norte de California, en el cual se recabaron datos económicos, sociales, naturales y de uso de la tierra, estos datos los pusieron en modo de capas temáticas para analizar las mayores pérdidas en caso de la presencia de una inundación. “Otra aplicación pionera de SIG para el análisis de riesgos se llamó *Emergency Preparedness Planning and Operations System*

(EPPOS), que fue desarrollada para la ciudad de Los Ángeles a mediados de los 80" (Maskrey, 1985), la cual consistió en encontrar a las personas más vulnerables tras una emergencia de tipo natural, mejorar planeación territorial y así disminuir su riesgo, se pudieron obtener datos de las condiciones naturales de la mancha urbana para ubicar los espacios más susceptibles a diversas amenazas, como las situación de viviendas inseguras y la ausencia de servicios básicos en algunas zonas (utilizando fotos aéreas espaciales) el estudio determinó que gran parte de la población del lugar vivía en un estado de vulnerabilidad ya que se encontraban en zonas no aptas para el desarrollo urbano (Twigg, s/f).

Se puede decir que la determinación del riesgo por inundación es una labor complicada, debido a las características comprendidas y que con el paso del tiempo estás características se van modificando. Para crear un modelo matemático y gráfico, se debe incluir variables relacionadas con la topografía, la hidrología, la demografía, la morfología urbana representadas por información estadística y geográfica (Barrios, Salgado, & Flores, 2021). A pesar de la experiencia latinoamericana en el desarrollo de SIG para el análisis de riesgos, existe poca codificación de su aplicación en el proceso de gestión de riesgos ya que la mayoría de las aplicaciones están bien establecidas. El texto no es una investigación, un proyecto piloto o una implementación completa. Incluso cuando se dispone de experiencia en la aplicación, los resultados registrados se relacionan con el producto del propio sistema de información geográfica y no con los cambios en las políticas, programas y proyectos de gestión (Laguno & Bourguett, 2014). A pesar de las instituciones, organismos y asociaciones nacionales, en México la administración de los desastres como el SIG Metropolitano no ha sido evaluada esta plataforma sobre el cómo influyen dichos datos generados por ellos en la generación de la toma de decisiones (Ruiz, Savé, & Herrera, 2013).

Por otro parte, la información la información generada es de naturaleza estática, lo que requiere de tiempo y financiamiento para volver a dibujar manualmente el mapa, de acuerdo con Maskrey (1998) detalla que:

Un SIG puede capturar datos geográficos en diferentes formatos; por ejemplo, mapas analógicos digitalizados, imágenes de satélite y

datos alfanuméricos georreferenciados, y puede también almacenar grandes volúmenes de datos en un formato digital en diferentes estructuras de bases de datos. Los SIG permiten la integración de números ilimitados de capas temáticas, utilizando diferentes algoritmos para llevar a cabo operaciones espaciales. También permiten la representación gráfica de la información geográfica en distintos formatos, incorporando, pero no limitando a una cartografía temática.” (Maskrey, 1998, p.82).

Entonces se puede decir que el SIG, no solo posibilitan aplicaciones técnicas, sino que también tienen importantes elementos teóricos y metodológicos que nos permiten ver la realidad de manera concreta. Su fundamento radica en una posición racional que otorga la capacidad de pensar en términos de construcción de áreas y una posición cuantitativa para modelar el riesgo de desastres (Barrios, Salgado, & Flores, 2021), en grandes cantidades de datos que también se pueden almacenar digitalmente en varias bases de datos de estructuras físicas y en varios formatos, como la digitalización de mapas analógicos, imágenes satelitales e información alfanumérica georreferenciada. Otros beneficios según Bender (1993) es:

“El uso de los SIG para el análisis de riesgos ofrece una serie de ventajas: puede ser barato, si es que hay una selección adecuada de equipos; puede multiplicar la productividad, reducir costos y dar resultados de más alta calidad que técnicas manuales, irrespectivo de los costos involucrados; puede, asimismo, facilitar la toma de decisiones y mejorar la coordinación entre agencias” (Bender, 1993).

El enfoque espacial del riesgo

En el proceso compositivo de construcción de los riesgos sociales, éstos se visualizan de mejor manera mediante métodos de análisis geoespaciales⁶ incluidos los métodos cartográficos, que permiten la comparación de otros desarrollos

⁶ El análisis geoespacial se refiere a la recopilación, el refinamiento, el procesamiento y la visualización de datos, historias y dimensiones, y la alineación de las ciudades con orientación geográfica y espacial. Es una herramienta utilizada por ciudades de todo el mundo como herramienta de análisis, gestión y planificación. (Laboratorio para la Ciudad, 2022).

socioterritoriales, y que así se pueden inferir en el espacio regional, la evolución y la influencia humana sobre el medio natural (JAVERIANA, 2021).

Este análisis de la evolución espacial en relación con la dimensión temporal por transiciones de un estado a otro presenta vías de evaluación espaciotemporal, las cuales ayudan a diferenciar regiones geográficas permitiendo observar los cambios previos y como se van desarrollando (Buzai, 2009). Gracias al análisis geoespacial podemos “predecir, prevenir e identificar escenarios futuros, monitorear elementos específicos del entorno natural y estimar los cambios generados por diferentes tipos de uso/cobertura del suelo (Pérez, Patricio, & Aldáz, 2012).

El uso de diversas técnicas de análisis de riesgos en un entorno GIS implica específicamente la construcción de medidas de riesgo probabilísticas mediante la combinación de diferentes clases de interés que representan diferentes variables. Cada clase describe las características espaciales y temporales, las propiedades y la topología de las variables relacionadas con el riesgo. Por ejemplo, las clases que representan variables como la precipitación, la topografía, la geología y la cobertura del suelo se combinan para inferir las probabilidades de erosión, y a cada variable se le asigna un peso o puntaje específico. Además, se definen varios algoritmos para combinar variables. Un ejemplo actual es el desarrollo de herramientas como los mapas de riesgo o atlas de riesgo. Aquí, se utilizan estadísticas con diferentes tipos de objetivos y clases de datos (Maskrey, 1985).

El análisis multivariable mediante la sobre posición de capas estudia los procesos naturales y sociales que constituyen el riesgo e identifican las áreas de riesgo relativo y a medida que aumenta la resolución, se combinan más capas. Por lo que, si bien esta técnica puede brindar una indicación relativa del nivel estimado de riesgo en un área en particular, no puede estimar pérdidas potenciales a menos que el análisis se realice a una resolución más alta y se combine con datos específicos sobre factores de riesgo (BID, 2015). Retomando el ejemplo anterior, en México los atlas de riesgos se presentan en dos escalas, estatal y municipal, sin embargo, el 82% de los municipios carecen de este instrumento, lo que no permite conocer a detalle los riesgos existentes en esta escala o en localidad o asentamiento urbano.

Otra técnica consiste en combinar capas temáticas como las de temperatura, vientos dominantes, condiciones del clima sobre las zonas de riesgos y combinadas con capas diferentes como de localidades, usos de suelo y cultivos por delante de la amenaza por lo que una estimación de la pérdida potencial es necesaria en caso de algún grado de amenaza (Mundial, 2010).

Estos ejemplos plantean métodos y técnicas de análisis geoespacial para la evaluación de riesgos, que “antes de la disponibilidad amplia de tecnología informática en los años 80 [...] fueron realizados utilizando técnicas analógicas, como la superposición manual de mapas temáticos” (Garza & Rodríguez, 2020). Si bien “esa técnica había sido utilizada durante muchos años para producir mapas de las amenazas ambientales; por ejemplo, para identificar polígonos donde existan terrenos aptos para la construcción, en zonas que no sufran de inundaciones” (McHarg, 1975), algunas de sus debilidades era que la información que se tenía no era tan precisa, por lo que, no se podían hacer operaciones espaciales más sofisticadas.

Específicamente en la presente investigación, se considera el análisis geoespacial como la base para comprender las fases de la construcción social del riesgo que incluyen procesos sociales, la ocupación de suelo nuevo poco apto para el desarrollo urbano, la presencia de amenazas, los peligros socialmente inducidos, la generación del riesgo de desastre y la vulnerabilidad (Castillo, 2015). Lo más importante, es que puede mejorar la amplitud y profundidad de los análisis de riesgos, orientar los procesos de desarrollo, y asistir a planificadores en la selección de medidas de mitigación y la implementación de acciones de preparativos y respuesta mediante la combinación de diferentes fuentes de información (Salgado M. S., 2020).

Entonces, con los SIG como tecnología y sus métodos, pueden descubrir información nueva y valiosa sobre los riesgos, que permita ayudar a los planificadores urbanos a evaluar el impacto de las amenazas existentes y plantear propuestas para la prevención, mitigación y adaptación de los asentamientos urbanos. Por esta razón y tomando en cuenta lo mencionado en los capítulos anteriores, debe entenderse al riesgo como un producto del peligro, la

vulnerabilidad, exposición, resiliencia a causa de consecuencias antropogénicas y de planeación territorial principalmente. Por ende, los estudios espaciales en donde se trate de investigar el riesgo deben de tener en cuenta dichas variables ya mencionadas, por lo que es necesario que se haga un análisis detallado de vulnerabilidad frente a la amenaza observada, puesto que al no tener estos análisis no se puede hablar de riesgo (Olvera Nava, 2022).

En México, los estudios desarrollan la generación y actualización de mapas de riesgo a través de SIG (Yamanaka Victor H, 2011), pero no desarrollan los métodos para el análisis de las variables sociales y físicas que inciden en el riesgo de desastre como los atlas de riesgo, planes y programas de desarrollo urbano. Las instituciones responsables de la planeación urbana y gestión de riesgos respectivamente han adoptado esta tecnología para el análisis de riesgos, sin embargo, los profesionales carecen de un enfoque sistémico y multifactorial. El problema de gestión comienza a tomar una menor importancia cuando incorporamos inconvenientes tales como las trabas generadas por la burocracia administrativa - política o la falta de disponibilidad de datos actualizados y confiables (Buzai, 2009; Salgado M. S., 2021).

Se resalta, de acuerdo con Llaguno - Gilberto (2014), que las mayores aportaciones en esta materia se generan a partir de tesis de posgrado, en el caso del Estado de Puebla (Salgado M. S., 2020) que plantean un enfoque sistémico y multifactorial del riesgo, así como la aplicación de los SIG en la exploración de este. Por lo tanto, es necesario, plantear metodologías con herramientas de análisis espacial a través de SIG que planteen el procesamiento de múltiples variables para evidenciar el proceso de la construcción de riesgo de inundaciones, esto para avanzar en la gestión integral del riesgo desde un enfoque preventivo, basado en la identificación de los riesgos que derive en un modelo de intervención gubernamental y de la sociedad en su conjunto que permita a su vez implementar políticas, estrategias y acciones, para una previsión, prevención y mitigación del riesgo, logrando asentamientos humanos más seguros y resilientes.

Inclusión de la geointeligencia para la toma de decisiones

El fenómeno del riesgo de inundación como el resultado de las interacciones entre un peligro natural y las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad (Sierra, 1985), está configurado en gran medida por la percepción social que existe de él (Smith, 2007), por lo tanto, es posible gestionar y planear acciones para la reducción de los riesgos si la sociedad comprende o tienen conciencia de ellos. La comunicación de los peligros resulta indispensable para el éxito la prevención del riesgo, que la población, especialmente la más vulnerable, tenga conocimiento de su exposición frente a una amenaza, constituye el primer paso en el proceso de reducción de desastres (Mundial, 2010).

En un mundo interdependiente, los riesgos que enfrenta cualquier individuo, empresa, región o país no dependen sólo de sus propias decisiones, sino que se relacionan con las de los demás (Estrada, 2017). Por lo tanto, la necesidad de encontrar estrategias integrales para afrontar la reducción de desastres requiere la incorporación de diversos actores en diferentes escalas territoriales. El énfasis del riesgo, más que los gobiernos o en las administraciones pretende subrayar la importancia en el componente social (Gómez, 2011), por lo tanto, la información hacia y para la comunidad, se vuelve fundamental. La participación de la sociedad local se ve materializada a través de la inclusión de las partes interesadas en los procesos participativos, tendientes a construir estrategias de carácter local para el manejo, la gestión y la reducción del riesgo (Council, 2005). En tal sentido, es necesario encontrar estrategias para la reducción y mitigación de riesgos, para ello la tecnología ha ayudado a crear alternativas más eficientes que apoyen esta misión y mantengan a las personas informadas.

La llegada y desarrollo de la inteligencia artificial ha potencializado el procesamiento y gestión de datos estadísticos y geográficos. En ocasiones de forma inconsciente, la inteligencia artificial poco a poco ha facilitado nuestras vidas, incluso disfrutamos de sus ventajas sin ser conscientes de ello. Los servicios basados en información geográfica también se benefician de ella, lo que ha dado forma al concepto de geointeligencia (GEOGRAMA, 2021).

La Geointeligencia⁷, es una integración de las ciencias de la computación y las ciencias de la información geoespacial cuyo objetivo es incrementar las capacidades para la colección de datos y su procesamiento mediante el estudio de la clasificación, asociación, agrupamiento y patrones secuenciales. Todo esto para terminar en el análisis, interpretación, evaluación y visualización de la data georreferenciada con el fin de incorporarla en procesos de descubrimiento de conocimiento o a Sistemas de Información Geográfica (CEREM, 2019). Esta poderosa tecnología tiene como objetivo primordial analizar todos los datos obtenidos para brindar la información necesaria para la toma de decisiones.

Así pues, se podría analizar espacialmente el territorio, llegando a comunidades vulnerables, pudiendo crear una red en la cual, la comunidad se involucre y se les mantenga informado del riesgo en el que viven evitando que más personas se sitúen en esas zonas. Para ello es preciso un cambio cultural en la administración de muchos departamentos públicos, ya que aceptar que la colaboración directa con comunidades de bajos ingresos en zonas propensas al riesgo debe pasar a ser la regla más bien que la excepción (Naciones Unidas, 2015).

Instituciones como la *National Geospatial Intelligence Agency* explican que la inclusión de nuevas tecnologías como la geointeligencia, en comunidades vulnerables ante diferentes riesgos, propendería a aumentar una conciencia de éstos entorno al riesgo; así también robustecería la relación con gobiernos locales y otras partes interesadas, posibilitando la elaboración de acciones en conjunto que brindan un bienestar colectivo (NGIA, 2021). Un ejemplo de ello son las comunidades urbanas organizadas y las redes conjuntas entre gobierno, comunidades y tecnología en las que participan tanto en los procesos de identificación de desastres con apoyo de herramientas espaciales como la georreferenciación, así como en el proceso de análisis para la anticipación de estos mismos y priorización en casos preventivos y de mitigación, además de que apoyan en la post catástrofe (Carcellar, 2011).

⁷ La Agencia de Inteligencia Geoespacial de Estados Unidos (National Geospatial Intelligence Agency) define la geointeligencia como un proceso de obtención y análisis de imágenes e información geoespacial con la finalidad de evaluar, describir y reflejar características físicas y actividades referenciadas geográficamente (CEREM, 2019).

La geointeligencia supone un gran paso adelante para los proyectos que trabajan con datos espaciales. Respecto a la analítica tradicional de información geográfica, se pasaría de saber dónde ocurren las cosas a conocer por qué suceden en esos territorios (BID, 2015). Por una parte, está la capacidad predictiva, que permite saber con antelación lo que va a ocurrir; por otra, la capacidad prescriptiva, con la que podremos saber cómo actuar según los diferentes factores del escenario a estudiar (GEOGRAMA, 2021).

La geointeligencia trata mediante métodos y software especializados aspectos como la ubicación, la distancia entre otros. Para aplicarla eficazmente, es necesario fijar las condiciones del problema a afrontar, lo que implica especificar el uso concreto que queremos dar a los datos. Es decir ¿para qué se analizan los datos? o ¿qué quiero conseguir de ellos? Para tener un mejor análisis.

Es necesario resaltar que, no solo las partes interesadas que se configuran como tales aquellos grupos organizados que son o serán afectados por el resultado del evento o la actividad de la cual, se origina el riesgo o por las opciones de gestión de riesgos adoptadas para contrarrestar el mismo riesgo deben de conocer esta tecnología. Estos actores no son suficientes, ya que se requiere, además, extender este concepto a otros grupos, entre los que destacan, los medios de comunicación, las élites culturales y líderes de opinión, el público no organizado y afectado, como los que observan desde fuera; entendiendo que todos tenemos un papel que desempeñar en la gestión del riesgo (Estrada, 2017).

Por tal motivo, la geointeligencia también se ha desaprovechado para el análisis espacial de los diferentes riesgos existentes en el territorio, debido a la falta de recursos materiales, financieros y de personal capacitado, produciendo un desconocimiento que genera que se desaproveche esta tecnología para la toma de decisiones.

Actualmente, la geointeligencia está siendo utilizada para otros temas, de índole de negocios financieros de empresas, en las cuales, mediante el uso de esta tecnología, y grupos de promotores inmobiliarios que desean conocer el mercado

antes de emprender la construcción de un desarrollo habitacional o un centro comercial (CEREM, 2019). Con todo esto, las empresas toman decisiones de gestión más acertadas, basadas al 100% en datos fiables, actualizados y que pueden visualizarse sencillamente. Un enorme avance para su transformación digital.

Para aplicar soluciones de geointeligencia que permitan prever la aparición de inundaciones, estas deben trabajar con una importante cantidad y variedad de datos, muchos de ellos con su correspondiente componente geográfica. Entre ellos se destacan (GEOGRAMA, 2021):

- | | |
|--|---|
| -Ubicación (latitud y longitud) de las inundaciones. | -Recursos humanos y materiales empleados para mitigarlas. |
| -Fecha en que se originan las inundaciones. | -Número de personas heridas y fallecidas. |
| -Superficie inundada. | |
| -Gastos y pérdidas ocasionadas. | -Tiempo que se tarda en controlar el agua. |
| -Causa que origina las inundaciones. | |

Dicho esto, queda claro que la geointeligencia brinda la oportunidad, con gran precisión en diferentes ámbitos, de estar en el momento preciso en el lugar exacto. Por ello, es necesario involucrar esta nueva herramienta tecnológica con su análisis de información espacial en el ámbito gubernamental, debido a que, tiene más ventajas que podrían ayudar a la ciudadanía en otros temas tan importantes como salud, educación, demografía en general y socioeconomía de la región estudiada, permitiendo y facilitando la toma de decisiones estratégicas en la optimización de recursos para organismos públicos y entes territoriales y no solo en la detección de zonas de riesgo, en donde se aplica el uso de análisis estadístico de datos georreferenciados para proveer información estratégica y táctica, de los lugares en los cuales serán más afectados por los desastres, en los distintos temas y escenarios, los sistemas de geointeligencia como herramienta tecnológica permiten tomar la mejor decisión (GEOGRAMA, 2021).

Para finalizar este capítulo, se puede mencionar que los involucrados al no contar con información respecto al riesgo, se vuelven más vulnerables, debido a la desinformación, al no conocer realmente del riesgo eminente en el que viven, por lo tanto y siguiendo con los capítulos anteriores, se deben de identificar primero los peligros a los que está expuesta la población y a partir de ese análisis, es preciso y pertinente el análisis de las vulnerabilidades para que posteriormente podamos hablar de riesgos y una vez identificado el riesgo, poder informar y darlo a conocer a la sociedad para actuar inmediatamente para su prevención y mitigación.

Por ello, es necesario generar dicha información a través de mapas, planos, diagnósticos con ayuda del análisis espacial de la tecnología SIG y las distintas tecnologías como la geointeligencia antes mencionada, para que así las personas que se encuentran en zonas vulnerables y las instituciones correspondientes puedan ser conscientes de la situación en la que viven y regular los usos de suelo para evitar que más personas se sitúen en zonas que no son aptas para el desarrollo urbano y además contar con instrumentos y normativa correspondiente para identificar a los actores involucrados que han incidido en la mala planeación urbana. En el siguiente capítulo se analizan los instrumentos legales para explicar cómo el marco legal regula los estudios de riesgo para establecer estrategias preventivas ante el riesgo de inundación.

Capítulo III – El débil enfoque espacial de la gestión integral de riesgo de desastre

La innovación tecnológica enfocada a la protección civil representa el eslabón con menor crecimiento dentro del Sistema Nacional de Protección Civil, pues carece de políticas de largo plazo e incentivos permanentes para el desarrollo y su vinculación con los programas de protección civil, que incluyan la continua revisión y adaptación de los programas, técnicas o tecnologías para responder con mayor claridad y certeza a todas las problemáticas del país en materia de protección civil (SEGOB, 2014-2018).

Hasta el año 2011 los Programas de Desarrollo Urbano y los Atlas de Riesgos eran responsabilidad de la Secretaría de Desarrollo Social⁸ (SEDESOL), y los estudios de Sistemas de Información Geográfica eran incipientes (solo se solicitaba la cartografía), después del 2012 cuando ya entra en vigor la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano⁹ (SEDATU), asume la responsabilidad de la elaboración de Programas y Atlas de Riesgos y es ahí cuando se decide cambiar un poco este enfoque, ya que, se determina de manera obligatoria la entrega de SIG (metodología, SHP¹⁰, metadatos, mapas y proyectos) pero se sigue teniendo aun metodologías muy generales y escasa información espacial (Salgado M. S., 2021).

Actualmente, la existencia de dos políticas públicas fundamentadas en el conocimiento científico y multifactorial orientadas al manejo integral del territorio, el Ordenamiento Territorial (Sánchez, Casado, & Bocco, 2013) y la Gestión Integral de

⁸ Antes del 1 de diciembre de 2018 su nombre era Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), ahora su nombre es Secretaría de Bienestar es una de las diecinueve secretarías de Estado encargada de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia de bienestar social y calidad de vida de México.

⁹ La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) es una de las veinte secretarías de Estado que conforman el gabinete legal del presidente de México. Sus facultades para ello incluyen realizar los planes, programas y proyectos vinculados al uso del territorio nacional para el asentamiento de comunidades rurales o urbanas,

¹⁰ El formato ESRI Shapefile (SHP) es un formato de archivo informático propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI, es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos.

Riesgos de Desastre¹¹ (Alcántara, 2019), mencionan que el riesgo está construido por varios procesos y no solo por los fenómenos naturales. Dicho lo anterior, si bien en las tres últimas décadas ha habido algunos avances en materia de riesgos de desastres en el país, es necesario realizar una revisión y evaluación crítica de los instrumentos legales y la institucionalidad existente debido a la carencia de datos detallados en una escala local y que estos instrumentos no presentan una metodología precisa para el análisis de datos.

Es por ello que, determinar rol y funcionalidad, así como su eficacia y pertinencia, con la finalidad de analizar su posible transformación en un Sistema o Coordinación Nacional de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (GIRD), en el que se garanticen estudios, que se apliquen metodologías más detalladas en materia de Sistemas de Información Geográfica que permitan sustentar los análisis que presentan estos instrumentos, de manera que no se queden tan generales y que no se logre evidenciar la vulnerabilidad física y social.

La GIRD debe entenderse como un proceso complejo sistemático conformado por una serie de decisiones, acciones e investigaciones en donde se implementen el uso de los SIG para su análisis, así como una coordinación transversal, entre los diferentes actores institucionales y sociales, para conocer y transformar las necesidades y debilidades expresadas en las diferentes vertientes de la vulnerabilidad y exposición, en respuestas puntuales y soluciones colectivas, cuyo objetivo principal sea la deconstrucción del riesgo (Alcántara, et al. 2019). La GIRD está establecida de manera clara y con etapas bien definidas, pero el gran reto es observar que las etapas decretadas se cumplan de manera adecuada, y asimismo haya una corresponsabilidad entre las instancias del gobierno y la sociedad, para ver en qué momento deben de participar para la planificación y prevención de riesgos que se puedan generar en su entorno social, además de garantizar el fácil acceso a la información generada, para poder dar aportaciones que enriquezcan los diferentes estudios (Olvera Nava, 2022).

¹¹ La Gestión integral del riesgo de desastres, es un conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas y estrategias a fin de enfrentar los desastres y su impacto en la sociedad.

La información geoespacial para hacer frente al riesgo

La aplicación de los SIG para la elaboración de estudios de riesgos de desastres en México dentro del marco legal no puede comprenderse cabalmente fuera del contexto del desarrollo de información estadística y geográfica. En la década de los sesenta, en términos del proyecto nacional cartográfico se creó la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP), el cual tenía la función de normar los datos espaciales en las décadas de los 60, 70 y 80, además, de generar vastos y ricos acervos de elementos de información geográfica con coberturas nacionales de mapas topográficos en tres escalas de detalle, varias coberturas nacionales de fotografías aéreas en diversas escalas, mapas geológicos, de uso del suelo, vegetación e hidrológicos (Olvera et al., 2014).

Posteriormente, la CETENAP cambió su denominación a Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) y luego a Dirección General de Geografía, que se integraría al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). A partir de entonces, se sientan las bases para que los SIG sean incorporados y utilizados como una de las fuentes importantes para empezar a generar información geográfica que, con ayuda de distintas herramientas como la fotogrametría ayudarían a la toma de decisiones de políticas públicas, como la planeación de los asentamientos humanos, teniendo en cuenta las amenazas naturales (sismos, deslaves, inundaciones, etc.) presentes (Reyes, 2004).

En la década de los ochenta, se publica en el Diario Oficial de la Federación la LIEG¹², que regulaba la generación de información geográfica y estadística de carácter oficial. La LIEG tuvo por objeto básicamente, normar el funcionamiento de los Servicios Nacionales de Estadística y de Información Geográfica, establecer los principios y las normas conforme a los cuales las dependencias y entidades de la administración pública federal deberían ejercer las funciones que les correspondieran como partes integrantes de los Servicios Nacionales de Estadística y de Información Geográfica, y promover la integración y el desarrollo de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica para que se

¹² LIEG- Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, Última Reforma DOF 25-06-2018

suministrara a quienes requirieran, en los términos de esa Ley, el servicio público de información estadística y geográfica (DOF, 2008).

En materia de riesgos a partir del terremoto en la ciudad de México de 1985 que devastó amplias zonas urbanas, el INEGI a través de la Dirección General de Geografía, generó la fotografía aérea de altas resoluciones, con el fin de prevenir futuros sismos y terremotos cerca de las zonas afectadas en aquellas zonas (cabe mencionar que esta herramienta no funcionó, debido a que es muy difícil predecir un sismo y hasta en la actualidad no hay una herramienta que precise la predicción de sismos) (Laguno & Bourguett, 2014). Siendo una de las herramientas SIG más importantes para el país, ya que no solo sirvió para como cimiento para empezar a prevenir este riesgo, sino también para conocer el territorio, incluso para descubrir nuevas zonas, convirtiéndose en detonante para el análisis geoespacial, cabe destacar que desde la década de los sesenta hasta el año 2000, se obtuvieron alrededor de 700 mil fotografías aéreas del territorio nacional (INEGI, 2000).

Además, para regular y normalizar la información geoespacial que sirven en los procesos de toma de decisiones, el INEGI desarrolló en el año 2004 el proyecto denominado Infraestructura de Datos Espaciales de México (IDEMEX), constituido por un conjunto de políticas, tecnologías, estándares y recursos humanos que permitieron diseminar, socializar y lograr el mejor aprovechamiento de dicha información en el ámbito de la integración estatal, municipal, nacional, regional y global (Reyes, 2004). Posteriormente, el INEGI se convirtió en un organismo con autonomía técnica y de gestión y personalidad jurídica propia mediante el decreto de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 16 de abril del 2008. A partir de su autonomía, el INEGI ha producido normas técnicas, para emitir autorizaciones en materia de captación de fotografías aéreas con cámaras métricas o de reconocimiento y de otras imágenes por percepción remota dentro del espacio aéreo nacional, así como para el levantamiento de información geográfica en el territorio nacional, estas normas son de cumplimiento obligatorio (Olvera et al., 2014) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Normas Técnicas de INEGI

Título de la norma	Fecha de publicación en el DOF	Adopción de disposiciones por las Unidades del Estado a partir de la entrada en vigor
Norma técnica sobre domicilios geográficos.	12 de noviembre de 2010	en un plazo no mayor a tres años
Norma técnica para el Sistema Geodésico Nacional.	23 de diciembre de 2010	a vertiente horizontal y la gravimétrica en un plazo no mayor a un año, y la vertiente vertical en un plazo no mayor a cinco años
Norma técnica sobre estándares de exactitud posicional.	23 de diciembre de 2010	en un plazo no mayor a un año
Norma técnica sobre elaboración de metadatos geográficos	24 de diciembre de 2010	en un plazo no mayor a un año
Norma técnica para la generación, captación e integración de datos catastrales y registrales con fines estadísticos y geográficos.	16 de enero de 2012	en un plazo no mayor a tres años
Norma para la	5 de junio de 2013	no se menciona

autorización de levantamientos aéreos y exploraciones geográficas en el territorio nacional		
--	--	--

Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales y Normatividad Geográfica en México, IG UNAM, 2022.

Entonces, se puede notar que se está generando información Nacional pero no a nivel municipal y mucho menos a un nivel local, propiciando los vacíos metodológicos y de información antes mencionados.

Para el caso del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el cual tiene como objetivo realizar investigaciones sobre el origen, comportamiento, prevención y mitigación de los desastres cuyo desarrollo incide en el análisis tecnológico, en la identificación de peligros, disminución de riesgos de desastre y alertamiento (CENAPRED, 2012). Para ello han realizado manuales y atlas de riesgos, pero sin explicar sus metodologías de cómo se obtuvieron esos datos, así como también no se ha logrado consolidar a los SIG como tecnología, ya que, se le sigue viendo como una herramienta de la planificación. De acuerdo con entrevistas realizadas a representantes del H. Ayuntamiento de Xicotepec y pobladores de la colonia Encinal, se atribuye esta debilidad a que las instituciones, organismos e investigadores no cuentan con personal calificado que conozca de los SIG, que tenga claro los conceptos de peligro, vulnerabilidad y riesgo (Estrada, 2017).

Los atlas de riesgos no presentan datos que evidencien, además del riesgo, los niveles de vulnerabilidad en asentamientos urbanos, el tipo de datos definirá en gran medida los criterios de planeación, desarrollo e implementación de un atlas de riesgos. El CENAPRED sugiere implementar un programa de capacitación a diferentes niveles que permita identificar aspectos básicos y especializados, ya que consideran que estos conocimientos pueden fortalecer la atención de las diferentes

etapas de la protección civil y permitirán que el atlas de riesgo pueda ser actualizado de manera constante sin depender de otras instancias (CENAPRED, 2021).

De acuerdo con el departamento de Protección Civil (2018) la gestión integral del riesgo es indispensable debido a las acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, tomando en cuenta a los SIG para la detección oportuna de las zonas de riesgo, ayudado de los atlas y mapas de riesgo realizados por el CENAPRED (Protección Civil, 2020). Esto involucra a los tres niveles de gobierno, aunque en el proceso de investigación se identificaron algunas rupturas de gestión, como la falta de personal capacitado para el procesamiento de datos y la elaboración de mapas de riesgo, lo cual no permite visibilizar el riesgo en la escala local ni la vulnerabilidad física y social, lo cual no dificulta la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad.

La prevención frente a las amenazas naturales existentes y los producidos por la acción de la humanidad deben formar parte de las estrategias en materia de la Gestión Integral de Riesgos, trabajando en conjunto los tres órdenes de gobierno y la sociedad para prevenir y mitigar el riesgo (Protección Civil, 2018).

Por lo anterior, el siguiente tema aborda los instrumentos existentes en los cuales los SIG tienen injerencia para la toma de decisiones.

Debilidad del análisis de riesgos de desastres hidrometeorológicos

Los desastres que han afectado a México en la última década reflejan claramente la carencia de una visión integral y espacial del riesgo, una atención enfocada en la emergencia, la asistencia y recuperación del desastre (Gobierno de México, 2021-2024). Además, se identifica el desaprovechamiento de la tecnología de los SIG como una vulnerabilidad institucional en función de la carencia de análisis de variables históricas, sociales, culturales, económicas, políticas e institucionales en las distintas escalas del territorio. Es decir, que la escasa información espacial para la toma de decisiones y la construcción de una política pública se podría considerar

como una debilidad en la Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México (Rodríguez, 2017).

Para sustentar esta premisa, se realizó una revisión de distintos instrumentos legales, leyes, planes y programas relacionados con las áreas de protección civil, desarrollo urbano, así como diversas disposiciones en materias como medio ambiente, para evaluar el estado actual que guardan las distintas acciones públicas relacionadas a la GIRD (Salgado M. S., 2020). Se identificó la carencia de instrumentos en materia de riesgos de desastres en México (Alcántara, et al. 2019), aunado a la falta de involucramiento interinstitucional por parte de las dependencias gubernamentales, puesto que, hay desvinculación entre sus distintas escalas.

En las leyes, e instrumentos nacionales se plantean regulaciones y estrategias de prevención de riesgos, pero que en la escala del Estado de Puebla ni municipal no se llevan a cabo. A nivel Estatal no se pone en consideración el uso de los Sistemas de Información Geográfica como tecnología para la prevención de desastres, por el contrario, en lo Nacional se determina su aplicación (LSNIEG, 2018). Esto evidencia que haya una ruptura de normativa y falta de homologación.

Se hace énfasis en que estos instrumentos y específicamente los atlas de riesgos y los programas de desarrollo urbano municipales, no cuentan con análisis espaciales a través de SIG que sustenten y fundamenten la vulnerabilidad a la que están expuestas las poblaciones y los asentamientos urbanos, debido a las amenazas que como ya se mencionó antes, no son solamente naturales si no también antropogénicas.

Adicionalmente, aunque las entidades federativas han hecho esfuerzos en la integración de información sobre los peligros y vulnerabilidades estos no se encuentran consultables ni homogenizados en una plataforma común (SEGOB, 2014-2018), tampoco consideran el componente de cambio climático que está fundamentado en la ley. Por otra parte, los estados carecen de personal especializado y suficiente que contribuya a la mejora continua de la plataforma tecnológica sobre la que opera el Atlas, que promueva nuevas estrategias de utilización y aporte nuevos esquemas del uso de la innovación tecnológica enfocada a la mejora del SINAPROC.

Otro ejemplo de esto, es que dentro del Estado de Puebla el 82% del total de municipios (217) no cuentan con un atlas de riesgo, mientras que en el otro 18% se analizaron datos a escalas muy pequeñas, 1:250 000 y 1:50 000, lo cual, no permite evidenciar el riesgo a nivel de asentamientos urbanos, aunado a que de esos municipios solo 10 ciudades se tomaron datos de 1:10 000 y dentro de esas ciudades no se contempló al municipio de Xicotepec, (en el cual se considera poner principal atención por todos los riesgos a los que están expuestos) siendo esto una muestra evidente de la omisión de información que pone en peligro la vida de la población (Salgado-Montes & Barrios-Rodríguez, s.f.).

En los distintos instrumentos analizados (ver tabla 2) deberían de participar en el sistema nacional de protección civil y apoyar en la aplicación de los planes y programas de carácter federal para prevenir y atender situaciones de emergencia, causadas por fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios, tomando en cuenta los distintos estudios de análisis espacial, que no permite una buena toma de decisiones.

Al respecto, la Ley General de Protección Civil promueve la instrumentación de un Subsistema de Información de Riesgos a través del CENAPRED y los atlas de riesgos de manera que se mantenga actualizado y así permitir a la población mantenerse informados oportunamente, cabe mencionar que anteriormente existían reglas generales, pero actualmente están vigentes los lineamientos de operación de protección civil.

Vinculado a esto, la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía menciona que debe de existir un Sistema Nacional de Información estadística y geografía, el cual debe contar con una infraestructura de información que contenga como mínimo un marco geoestadístico y un inventario nacional de viviendas con la finalidad de ubicar a la población más vulnerable (LSNIEG, 2018). Cabe mencionar que es la Ley más importante en cuanto al uso de los SIG ya que se le da la importancia como tecnología para realizar estudios e investigaciones que ayuden a la planeación del territorio.

Tabla 2. Presencia de los Sistemas de Información Geográfica en el marco legal

	Instrumento	Enfoque	Referencia
Agendas Internacionales	Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030	-Fortalecer la gobernanza para la reducción del riesgo -Reducción del riesgo para la resiliencia	-Prioridad 2 -Prioridad 3
	Agenda 2030 Objetivos de Desarrollo Sostenible	-Gestión sostenible y saneamiento del agua -Ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles -Gestión ecológica de los desechos (las tres R) -Resiliencia y adaptación a los riesgos en relación al clima	-Objetivo 6 -Objetivo 11 -Objetivo 12 -Objetivo 13
Leyes	Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía DOF 25-06-2018	Determina que se debe de estar generando información geográfica y estadística para la toma de decisiones, principalmente por el sector gubernamental	Art. 03, 04, 20, 23, 26, 57 y 78
	Ley General de Protección civil DOF 06-11-2020	Proteger a la sociedad ante los riesgos y peligros que presentan los agentes perturbadores y la vulnerabilidad, a través de estudios de riesgos, con ayuda del análisis espacial.	Art. 02, 03, 07, 10, 15, 19 fracc. XXI- XXII; 21, 23, 38, 45, 65, 86 y 87

Leyes	Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano DOF 01-06-2021	A través de indicadores y sistemas de información geográfica se deberá analizar la evolución de los fenómenos socioespaciales, según sus objetivos, políticas públicas y la difusión sistemática y periódica	Art. 11 fracc. XIV; 26 fracc. III, VII; 66, 94, 96, 99 y 100
	Ley de Aguas Nacionales DOF 06-01-2020	Participar en el sistema nacional de protección civil para prevenir y atender causadas por fenómenos hidrometeorológicos y realizar las declaratorias de clasificación de zonas de alto riesgo por inundación y elaborar los atlas de riesgos.	Art. 09 fracc. XL, XLIII, XLVII; 12 BIS 6 Fracc. XXV, XXIX; 13 BIS 3 Fracc. VIII; 14 BIS 2 y 38
	Ley de Planeación DOF 16-02-2018	En el ámbito de democracia la participación y consulta tendrá el propósito de que la población exprese sus opiniones para la elaboración, actualización y ejecución de Planes y los programas.	Art. 20, Transitorio 10, 13 y 14
Leyes	Ley General de Cambio Climático	Los datos generados de cambio climático se	Art.

Leyes

DOF 06-11-2020	integrarán en un sistema de información geográfica que almacene, edite, analice, comparta y muestre los indicadores clave geográficamente referenciados utilizando medios electrónicos.	7 Fracc. IV; 8 Fracc. XIII; 28 Fracc. I; 29 Fracc. XI; 30 Fracc. I y II; 76, 78, 79, 100, 106 y 107
Ley General de Protección civil del Estado de Puebla 02-02-2021	Establecer un sistema de información que formule, difunda y mantenga actualizado el Atlas Estatal de Riesgos así como los programas especiales de acuerdo con los riesgos identificados en el Estado.	Art. 30 Fracc. VI; 37 Fracc. II, X, XI; 46, 53 Fracc. IX; 62 Fracc. XI; 63 Fracc. IX, XI; y 66 Fracc. VI
Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Puebla 03-11-2021	Los planes y programas deberán promover la innovación tecnológica de punta, para almacenar, procesar y distribuir información, a través de indicadores y sistemas de información geográfica que contribuyan a una mejor gestión.	Art. 14 Fracc. XXVI; 16 Fracc. XXVI; 34 Fracc. VI; 36 Fracc. I, II; 46 Fracc. III; 85, 116 Fracc. IV; 137 Fracc. I; 175, 193 y 194 Fracc. VIII
Ley Orgánica Municipal del Estado de Puebla 08-02-2019	Formular, conducir y evaluar la política pública de accesibilidad, con ayuda de sistemas	Art. 78 Fracc. LXI

		tecnológicos de la información, tanto en zonas urbanas como rurales.	
	Ley General de Cambio Climático DOF 06-11-2020	Los datos generados de cambio climático se integrarán en un sistema de información geográfica que almacene, edite, analice, comparta y muestre los indicadores clave geográficamente referenciados utilizando medios electrónicos.	Art. 7 Fracc. IV; 8 Fracc. XIII; 28 Fracc. I; 29 Fracc. XI; 30 Fracc. I y II; 76, 78, 79, 100, 106 y 107
Planes y Programas	Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica 2016-2040	Identificación y priorización de necesidades de información que aseguren la utilidad de los datos suministrados para la toma de decisiones.	-Objetivo 3 -Objetivo 5
Planes y Programas	Programa Anual de Estadística y Geografía 2022	Normar y coordinar al SNIEG, así como fomentar las acciones que permitan su operación eficiente.	-Objetivo 1 -Objetivo 3 -Objetivo 4 -Objetivo 5
	Programa Nacional de Protección Civil 2020-2024	Sistematizar e integrar la información del riesgo de desastres, a través de los atlas de riesgos, para la toma de decisiones en la	-Objetivo 4 -Objetivo 5

		gestión integral de riesgos.	
	Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	No especifica de manera clara y precisa el uso de los SIG, incluso, se puede decir que ni siquiera se menciona la protección civil como tal, debería hacerse referencia de la forma tan ambigua que se utiliza la prevención a nivel nacional.	-Punto 3
	Plan DN-III de las fuerzas armadas 18-09-1965	Profesionalizar a los cuadros de mando de todos los niveles, para determinar el origen y desarrollo de los desastres, con ayuda de análisis de riesgos espaciales y así desarrollar planes de prevención.	Aspecto Educativo
Planes y Programas	Atlas de Riesgos Nacional - 2021 Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos	Sistema integral de información sobre los agentes perturbadores y daños esperados, resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables	-Capítulo III III.1, III.2 -Capítulo V V.2, V.3, V.4, V.13 -Capítulo VII

	Plan Operativo ante Emergencias Hidrológicas de Puebla 2020	Implementar acciones de manejo de recursos dirigidos a garantizar la atención de la emergencia; además de generar información espacial en la zona de operaciones de la emergencia.	-Eje 1 -Eje 3
	Atlas de Riesgos Estatal 2021	Manejo de información a través de un Sistema de Información Geográfica.	-Punto 3.5.1 b)3
	Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Xicotepec 2021-2024	Instrumento de planeación que se enfoca principalmente en el ámbito social y económico sin visión SIG	-Eje 3

Fuente: Elaboración propia con base en el marco legal internacional y nacional.

Si bien es cierto que, existe normativa en la cual se menciona el uso de tecnología SIG para reducir el riesgo, no hay homologación y sistematización en varias de ellas, adicionado que a los agentes dañados no se les toma en cuenta para la realización de estos instrumentos lo que ha provocado en muchos casos, que esto sea una de las causas por las cuales no se cuente con información espacial específica y actualizada. Aunado a esto, existe una carencia de estudios de riesgos a nivel local y mucho menos de asentamientos irregulares, lo que ha debilitado que se establezcan estrategias en materia de prevención y mitigación del riesgo.

En pocas ocasiones dichas respuestas han sido anticipadas, esta constante ha empezado a cambiar, al surgir por la obligatoriedad del sistema iniciativas para prever y mitigar los desastres.

Se observa que las estrategias y acciones están encaminadas para proteger y auxiliar a la población contra los desastres, han sido paradójicamente producto de

los mismos desastres y no de la adopción de medidas preventivas, de ahí la necesidad de llevar a cabo políticas de carácter preventivo con una visión estratégica a la anticipación de los riesgos potenciales que puedan causar los desastres y, por consiguiente, se requiere hacer un esfuerzo de indagación para prevenir los desastres. También se puede decir que todos aquellos esfuerzos realizados en la materia se han visto interrumpidos por diversas causas y circunstancias y lo más grave, es que dichos esfuerzos realizados se han perdido o quedado en el olvido, prácticamente no se han recuperado las experiencias para continuar, sino que se han tenido que iniciar nuevamente otros esfuerzos. Es por ello, por lo que se recomienda combinar las experiencias con la innovación de tecnologías como la de los SIG, para lograr de esta forma una continuidad y aprendizaje en la prevención y mitigación de desastres (Garza & Rodríguez, 2020)

Partir de los sismos del 85 ha sido la lección para aprender y llevar una cierta continuidad en los trabajos y proyectos emprendidos, a través de la creación de ciertas normativas. En donde ha servido para empezar a fomentar una cultura de Protección Civil entre los habitantes de este país, cultura que hoy en día es muy operativa, que con el paso del tiempo deberá irse modificando, para que se convierta en una "Cultura preventiva" y con ello estar mejor preparados ante futuros desastres, respuesta que toca dar a las próximas generaciones: "los niños", de ahí la importancia de esta investigación, en la cual, se demuestra esta debilidad del enfoque espacial en el análisis de riesgos de parte de las dependencias gubernamentales.

Limitantes para acceder a la información pública

El acceso a la información pública generada y analizada con los SIG, como se establece en las convenciones y leyes nacionales, representa un derecho fundamental para todos los ciudadanos que deseen buscar y recibir información y datos geoestadísticos en manos del Estado (ONU, 1987). Asimismo, es importante participar en los asuntos políticos territoriales y monitorear las acciones del Estado transparentando la gestión pública en los diferentes ámbitos (DGPE, OEA, 2013).

Por tal motivo, mejorar el acceso en el ejercicio del derecho a la información pública Ciudadanía, Políticas Públicas, Administración Pública y Gobernanza Democrática generada, permite fortalecer la legitimidad de las instituciones democráticas incluyendo a la ciudadanía en el proceso de revisión, gestión y evaluación de política pública, agregando un componente de sostenibilidad a la misma política pública con datos estadísticos más precisos (CEPAL, 2019).

Es necesario tener una concientización y una capacitación para entender que ese acceso a la información pública a la cual, tenemos derecho actualmente (INAI, 2022), se debe potenciar en las actividades operativas cotidianas a través de diferentes estructuras institucionales, tal es el caso del acceder a la información geoespacial y sus metodologías, y crear instrumentos que ayuden a la toma de decisiones con el propósito de permear hasta el ámbito local para favorecer a los asentamientos urbanos más vulnerables, sin embargo, la política pública y los funcionarios públicos tienden a proteger la información generada, producida y analizada, y omitir la información ya sea la escrita o la verbal, y esto se traduce en un hermetismo que va desde el carácter individual.

En el Estado de Puebla, ya se cuenta con normativa que apoya el fácil acceso a la información geoespacial generada por las diferentes dependencias gubernamentales, en las instituciones no se ha logrado hasta el momento generar canales, ni vínculos para facilitar ese acceso a la información. Tal es el caso del Instituto Municipal de Planeación de Puebla (IMPLAN), el cual tiene como objetivo, planear y dar recomendaciones e información a otros municipios que están en desarrollo, no se ha logrado tener tan fácilmente el acceso a dicha información, ni mucho menos a sus procesos metodológicos. En el proceso de investigación, en el IMPLAN, se pudo realizar un trabajo colaborativo de investigación, resalta por ser el referente único, debido a que es el único de su clase con el que cuenta el Estado de Puebla (Salgado M. S., 2021). Si bien, las atribuciones del IMPLAN no es atender los riesgos de manera directa, si apoya a otras dependencias o instituciones como el Departamento de Protección Civil para generar información vectorial, para la prevención de riesgos. Durante la estancia de investigación en un periodo de seis semanas se pudieron observar distintas deficiencias en cuanto a la obtención de

información, ellos tienen regulado el derecho de acceso a la información de sus metodologías justificándose con cuestiones burocráticas.

Dentro de este marco, las instituciones, en su accionar cotidiano, generan una gran cantidad de documentos e información de distintos tipos que permiten el desarrollo de sus misiones y funciones específicas dentro del territorio, la forma que adopta la generación de esa información no es confusa, ni casual, según Tovar (2012). Este tipo de información gubernamental son orgánicos; en tanto fueron producidos por una institución o persona en el desarrollo de determinada actividad; exclusivos por la información que contienen probablemente no se encuentre en otro documento o plataforma con idéntica extensión e intensidad; además, de que este tipo de información suele estar regida por normas que establecen la manera en la que han de realizarse los procedimientos administrativos para adquirir dicha información, es decir, está regida y controlada por el ordenamiento jurídico y por la seguridad de que la información puede ser conocida y controlada por otras personas.

Sería conveniente que las instituciones que participan en los procesos (GIRD) documenten la forma en que se realiza el levantamiento, para lo cual sería fundamental que se fundamenten las metodologías, así como el uso de las mismas escalas de trabajo, insumos base, la forma de coleccionar datos, la forma de introducirlos, los equipos de trabajo inter y multidisciplinarios, la integración de los mismos y de cómo se socializa la información, y para construir escenarios de prevención de riesgos a la comunidad (Olvera Nava, 2022).

Estas limitantes técnicas se traducen en respuestas negativas a las solicitudes de información (en el caso del IMPLAN) como entrevistas, bases de datos y documentación, debido a que se relaciona en muchos casos con los procesos de solicitudes, la obstaculización para el acceso de información (no se cumple con los formatos, falta de documentación, etc.), (Bertoni, 2011). Estas limitantes técnicas, están presentes en distintas dependencias gubernamentales de México en las que, además, los largos procesos burocráticos son los que terminan cansando al solicitante e incluso viniendo desde la academia haciendo que se

pierda el interés de dicha información y no permitiendo enriquecer dicha investigación.

Otra limitante que se observó fue el desaprovechamiento del conocimiento de especialistas, para atender actividades técnicas, ya que se apoyó en realizar trabajos que los mismos empleados del IMPLAN podían realizar dejando en segundo plano el cómo esta investigación podría ayudar para el mejoramiento de análisis espacial y la generación de indicadores.

Las dinámicas burocráticas mantienen a estas dependencias e instituciones en un estado de aletargamiento y cuando se presenta una necesidad muy puntual de algún trabajo a entregar es cuando aprovechan el conocimiento de quien esté presente. Pero esto es esporádico, ya que no hay una continuidad a las posibles estrategias que podrían mejorar el acceso a la información.

Para la investigación esto también fue una limitante ya que no se pudo hacer el enriquecimiento de información de saberes y experiencias. Se observó también que en las dinámicas cotidianas que tienen los encargados de generar la distinta información espacial olvidan algunos procesos, centran tanto en sacar el trabajo encargado en su momento que se olvidan de otras tareas, ya que no hay claridad en los procesos y en sus responsabilidades.

Un ejemplo de lo antes mencionado, es que, dentro del trabajo colaborativo de investigación, el IMPLAN únicamente solicitó recomendaciones para mejorar plataformas como la de Sistema de Información Geográfica Municipal (SIGEM), el cual es un mapa web gratuito en el que se representa, visualiza, explora, consulta y descarga información geográfica de interés público, producida por el IMPLAN y otros organismos municipales.

Otra limitante que pasa actualmente es que en distintas dependencias gubernamentales cuentan con plataformas digitales, en las cuales, se ubica información de interés público, pero muchas de estas, optimizadas para que el ciudadano o investigador pueda obtener fácilmente dicha información ya que no tienen la información completa, ni actualizada o discrepa de la original y en las diferentes escalas territoriales siendo esto un factor crítico para asegurar la autenticidad y la fiabilidad de la información, por lo que le confunde y limita a quienes

la consultan. La situación se agrava en aquellas dependencias o instituciones que no cuentan con plataformas digitales, siendo un obstáculo aún mayor para el acceso a la información.

Existe un desconocimiento por parte de los ciudadanos respecto a la estructura y procesos gubernamentales, que ocasionan pérdidas del tiempo como recurso en gestiones que no corresponden a ciertas dependencias. Esto sucede con mayor frecuencia en los sitios donde no se han creado áreas dedicadas a mediar entre los ciudadanos y las áreas de administración (como las oficinas de acceso a la información) que se dedican específicamente a ser traductores y/o guías. Un ejemplo de esto son algunos asentamientos o localidades como en el municipio de Xicotepec-

Además, cabe mencionar una obstaculización y hermetismo a profundizar en el funcionamiento y en la estructura del IMPLAN, debido a que no se pudieron realizar entrevistas con directores de departamento, sin embargo, se aprovechó la experiencia, la observación y análisis de las condiciones, procesamiento y gestión de la información oficial y a partir de esto, se hacen las argumentaciones antes mencionadas. Se considera, para contrarrestar esta situación, contar con un sistema de evaluación de información, tal como señala Serra (2012) punto de partida de una estrategia de preservación de los documentos digitales e información destacada es la existencia de un sistema de evaluación y selección de los documentos administrativos, dentro del contexto de un sistema de gestión documental, que permite identificar los documentos de archivo y establecer las características de su creación, utilización y disposición.

Para finalizar este capítulo, las limitantes de acceso a la información que se observó en la cabecera del municipio de Puebla, se asevera en ciudades o localidades del municipio de Xicotepec, en las que el acceso a la información, ya sea espacial o documental esto se considera una vulnerabilidad institucional y social que dificulta la toma de decisiones, aunado a la falta de inclusión ciudadana en el proceso. Sin embargo, estas limitantes pueden ser subsanadas por otras visiones de oportunidad en las que se aproveche la estructura y los recursos, y a su vez aprovechar el talento humano.

Capítulo IV - Colonia Encinal, una zona de riesgo

El municipio de Xicotepec, que pertenece a los 217 municipios que conforman al estado de Puebla, colinda con los municipios de Pahuatlán, Huauchinango, Honey y Juan Galindo, cuenta con una población de 75,601 habitantes (INEGI, 2020); abarca un área de 312.3 km². Se localiza a altitud que oscila entre los 300 a 1400 msnm en la Sierra Norte de Puebla, que pertenece a la Sierra Madre Oriental. El municipio cuenta con numerosos escurrimientos, perennes e intermitentes, los ríos más importantes son San Marcos y Necaxa, cuenta con diversos arroyos y arroyuelos¹³ intermitentes como Los Tezontles; El Cilima; El Tarro; La Tejería; Los Lavaderos; La Pagua; Duraznotla y Xochipila; además es beneficiado por los vientos alisios (INEGI, 2020).

El municipio tiene un total de 101 localidades, de las cuales destaca la localidad de Xicotepec de Juárez como la cabecera municipal, cuenta con una población de 39, 026 habitantes (INEGI, 2020), tiene un relieve accidentado con pendientes escarpadas debido a la presencia de montañas en todo el territorio. Los asentamientos ubicados en el centro de la localidad presentan pendientes del 5 - 12% con laderas inclinadas que son afectadas por erosión hídrica, mientras que en los asentamientos periféricos se encuentran pendientes de 12-25% con laderas fuertemente inclinadas que ocasionalmente se han registrado deslizamientos de tierra y rocas sobre zonas habitacionales (INEGI, 2018). La precipitación pluvial media anual es de 599 mm (SMN, 2019), llueve todo el año, el periodo más intenso se presenta de junio a octubre contribuyendo al aumento de los caudales, en más de 50 ocasiones aproximadamente se han producido inundaciones urbanas debido a que la población está ubicada en las riberas o sobre el cauce de los arroyos (CONAGUA, 2020), incluso hay viviendas construidas con materiales endebles como polietileno y cartón que están situados sobre ellos desde los inicios de la localidad que data desde hace más de 300 años (INEGI, 2020).

¹³ Los arroyuelos son comunes en el bosque lluvioso y proveen un nicho importante para algunos peces, anfibios y especies de insectos, además de ser una fuente de agua para otros habitantes del suelo. Los arroyuelos normalmente no se pueden observar desde el aire, debido a que fluyen por debajo del dosel del bosque lluvioso (Mongabay, 2022).

Una de las causas de esto es que, los habitantes decidieron asentarse ahí ya que podían aprovechar esas aguas para usos domésticos, con el paso de los años se fueron produciendo nuevas colonias, sin embargo, actualmente se ubican en las periferias de la ciudad, debido a que el suelo es más barato y menos regulado por las autoridades.

Uno de ellos es la colonia Encinal, el cual es el caso de estudio en esta investigación ubicada al nororiente de la localidad, colinda al norte con la colonia Tezontles, al este con la colonia Azaleas y al sur con la colonia Manantiales. La población menciona que es una colonia relativamente nueva, ya que tiene aproximadamente 35 años desde que llegó el primer habitante; la tenencia del suelo es considerada ejidal, no se cuenta con registro de propiedad privada por lo tanto es un asentamiento irregular e ilegal que se localiza en zonas federales, en el cauce de un arroyo perenne (menos de 4m del arroyo), a una altitud comprendida entre 1135 y 1150 msnm, y cerca de ductos de PEMEX y líneas de alta tensión. La colonia abarca una superficie de 82,000 m², en la que existen 286 viviendas y 1,056 habitantes (INEGI, 2020).

Los habitantes están expuestos a las amenazas que representa el arroyo, en situaciones de emergencia, han abandonado sus viviendas en tiempos de lluvia durante los meses de junio a octubre, debido a que el canal colapsa por el estancamiento de residuos sólidos provenientes de las viviendas y también derivado de la erosión hídrica, generando inundaciones, tanto en vialidades como en viviendas, causando pérdidas materiales de bienes e inmuebles, dado que la mayoría estas últimas se encuentran construidas con madera, cartón y algunas de polietileno de baja calidad.

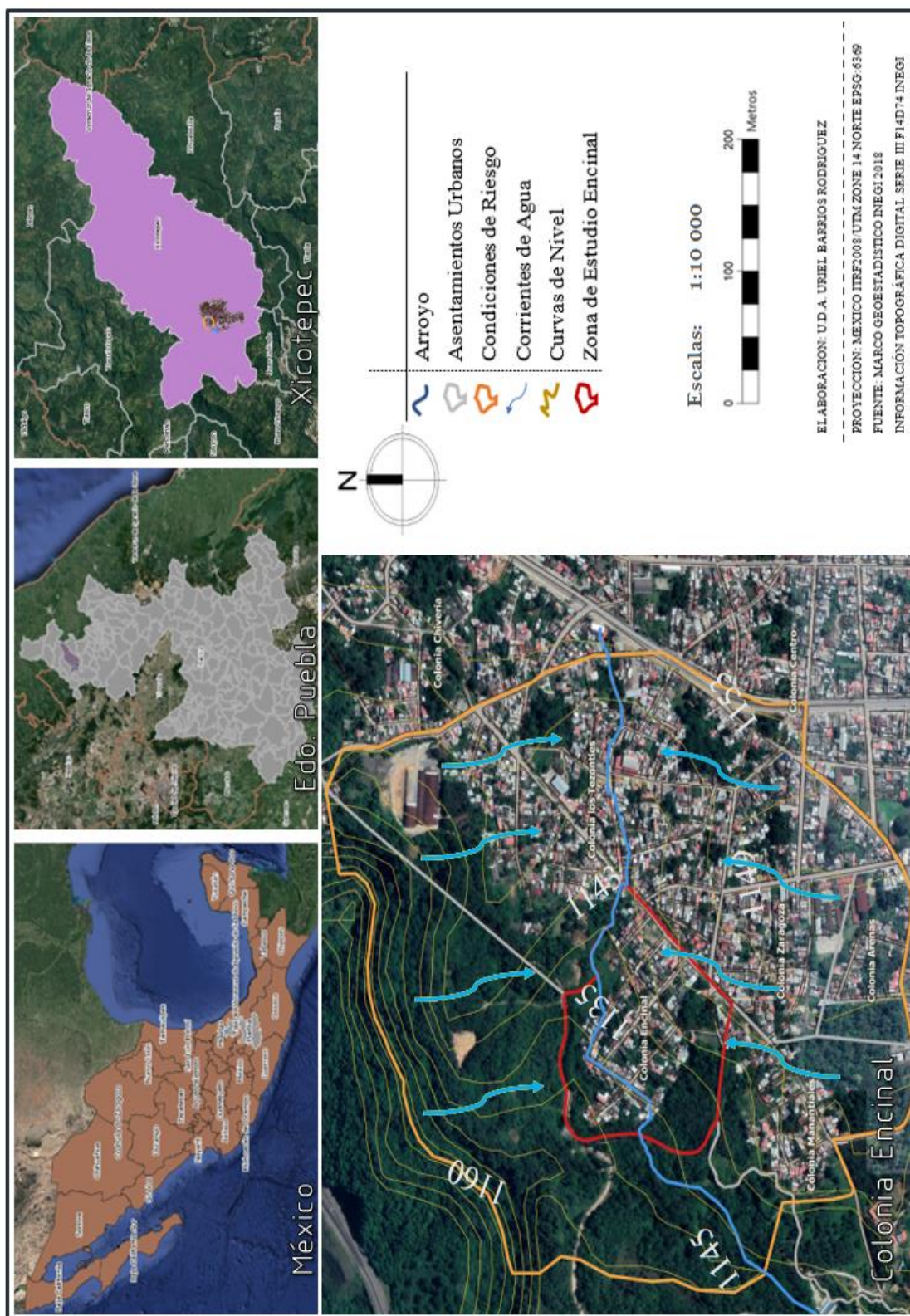
Una de las inundaciones más recordadas por parte de los habitantes de la colonia fue la sucedida en el año 2013 con la presencia del huracán Earl, el cual, tuvo una precipitación de 141.8 mm durante 40 minutos por la noche del 22 de agosto, generando grandes cantidades de agua y ocasionando el desbordamiento del arroyo ubicado en la colonia, acumulando, además, gran cantidad de aguas residuales, el nivel del agua vario en distintos puntos de acuerdo al peligro al que se encontraban los habitantes, en zonas de bajo peligro vario de 30 cm. a 50 cm. Y

en zonas de alto peligro vario de 90 cm. Hasta más de 120 cm., llegando a tapar algunos vehículos. Tras este hecho se registraron solo daños materiales de bienes e inmuebles, de acuerdo a las autoridades se afectaron a más de 150 habitantes (aproximadamente) de la colonia, hubo derrumbes de bardas las cuales los habitantes las habían hecho para prevenir inundaciones, además, hubo deslaves de lodo y rocas que afectaron a las viviendas llegando en algunos casos a pérdidas totales, en su momento los habitantes colocaron costales para contener los aludes que duraban pocos días debido a que se pudrían debido a los materiales que eran hechos (MUNICIPIOS, 2013).

Las autoridades se comprometieron con los habitantes para solucionar y mitigar dichas inundaciones, pero los locatarios mencionaron que hasta el día de hoy (año 2022) no han solucionado, prevenido, ni mitigado dichas inundaciones. Por lo que se siguen presentando estos hechos cada vez que son temporadas de lluvias, estando latente las vulnerabilidades sociales, económicas y de infraestructura y los peligros, ocasionando que el riesgo siga presente hasta ahora.

De acuerdo al problema anterior, se realizó el análisis espacial a través de los datos vectoriales referentes a las condiciones naturales y urbanas, las cuales, permitieron reconocer los procesos de antropización que generaron el peligro de inundación en asentamientos irregulares, así como definir los niveles de riesgo y vulnerabilidad, así como también, poder determinar dos polígonos en donde existen procesos que inciden en la generación de inundaciones. Los datos que se utilizaron respecto a las condiciones naturales fueron las cartas de hidrología en escala 1:250 000, el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas en escala 1:50 000 (SIATL, 2022) y topografía en escala 1:20 000, respecto a las condiciones antropogénicas se utilizaron la carta urbana con manzanas, asentamientos urbanos y vialidades en escala 1:20 000 y las rutas de drenaje, todas estas se consideraron ya que inciden directamente en el peligro y vulnerabilidad en la colonia el Encinal (ver figura 1).

Figura 1. Mapa de Localización



Riqueza hídrica transformada en amenaza

La localización geográfica, relieve y clima de la región permite la generación de precipitaciones y flujos que brindan una mejor vida tanto para los habitantes como para el medio ambiente, sin embargo, la fuerte modificación y degradación de estos elementos han generado a la pérdida del ecosistema y la generación de desastres.

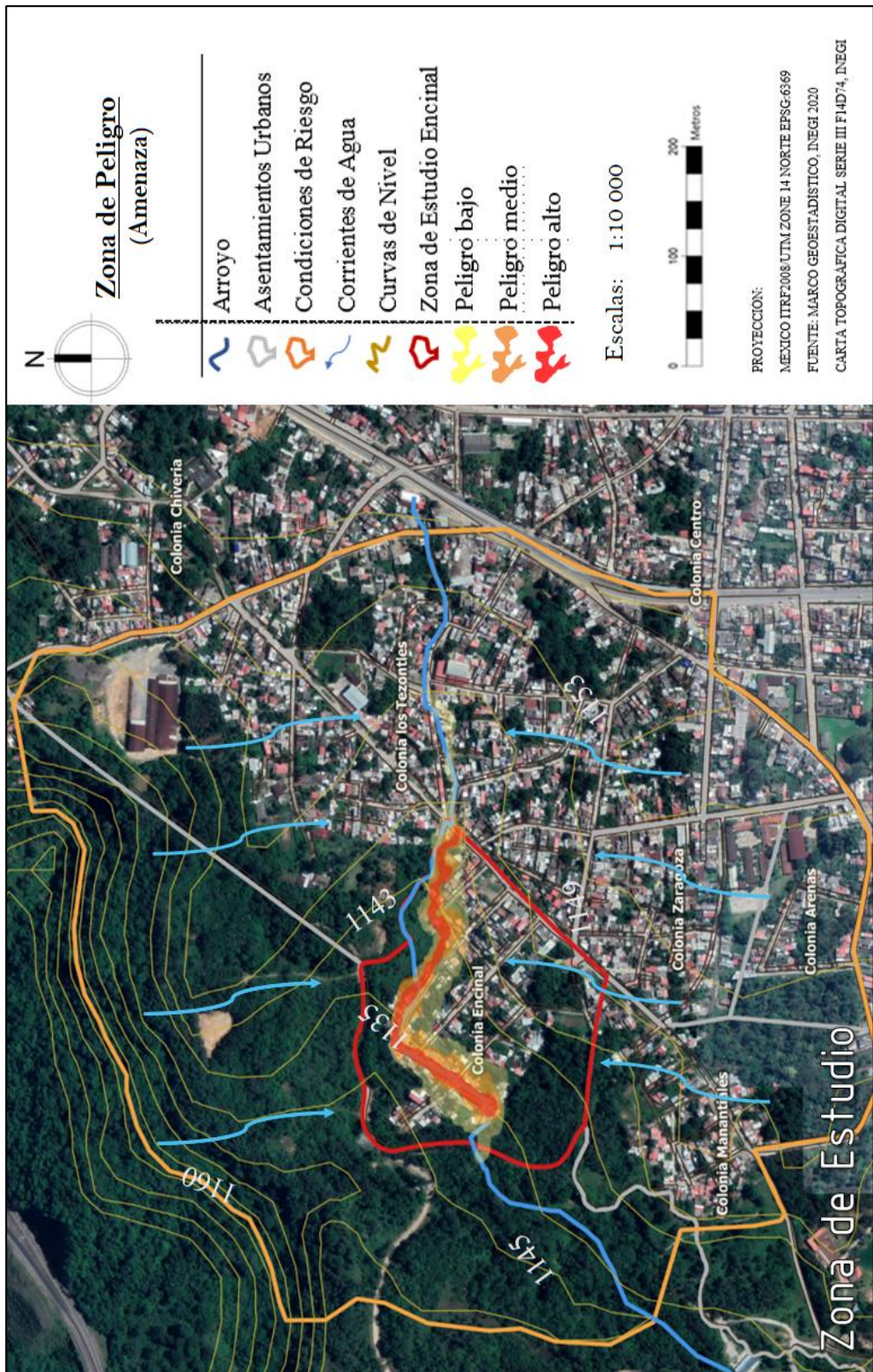
Las condiciones de la hidrografía y topografía son los principales factores que se analizaron mediante el procesamiento de los datos de las curvas de nivel con el software *QGIS*, estas se calcularon a una distancia de 20 m , con alturas que oscilan entre 1160 msnm y 1132 msnm. Para determinar el peligro de desastre (alto, medio y bajo), se desarrollo un analisis hidrológico (ver figura 2) en donde se calcularon las pendientes para encontrar la dirección de los escurrimientos de agua las cuales permitieron conocer esas zonas, se hallaron pendientes del 18% siendo laderas fuertemente inclinadas que provocan deslizamiento de suelo y rocas ígneas por la erosión hídrica, además, gracias a las visitas de campo, se pudo observar que hay zonas habitacionales en las cuales el agua llega a los 45 cm. Aproximadamente (ver figura 3).

Figura 3. Nivel de agua en viviendas



Fuente. Recorridos de campo, Barrios 2021

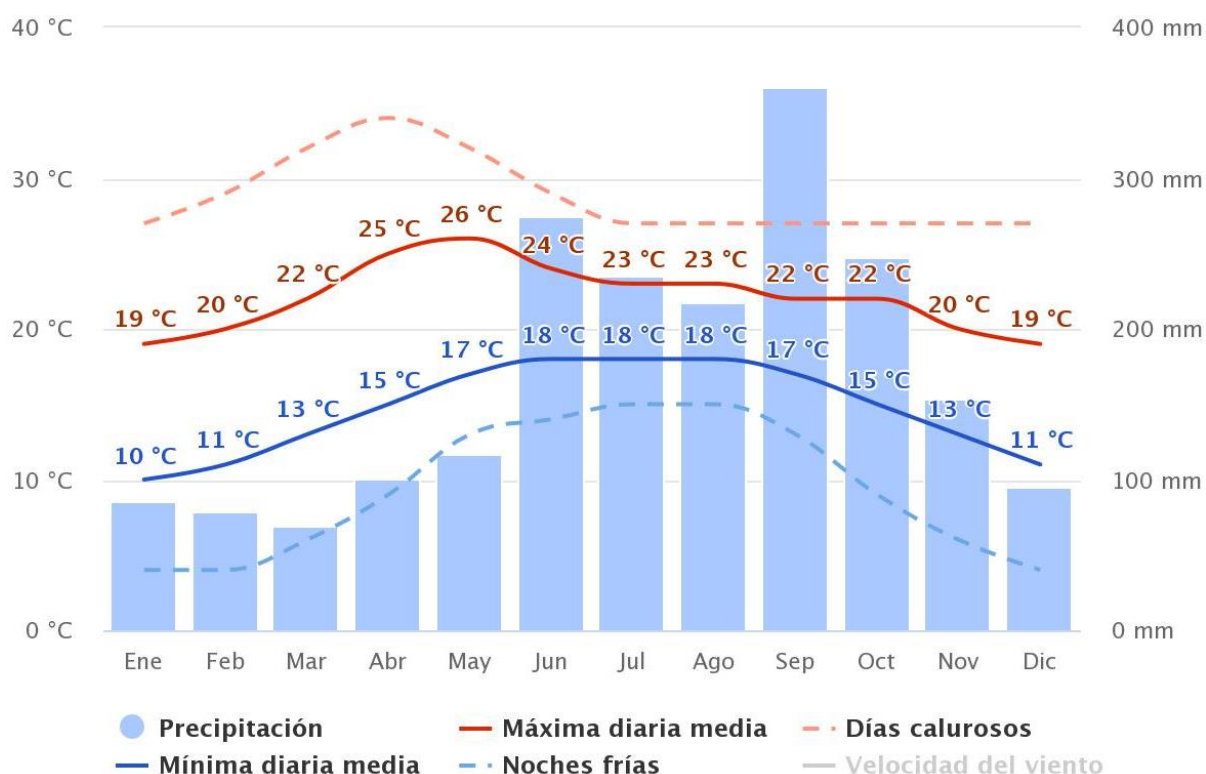
Figura 2. Mapa de peligro (amenaza)



Fuente. Análisis hidrológico, BARU 2022.

Además, se identificó que los escurrimientos son intermitentes con una precipitación anual de 599 mm (SMN, 2019) con mayor intensidad en los meses de junio a octubre que van de 872.3 mm a 1,340.2 mm presentando la mayor precipitación en el mes de septiembre (ver figura 4), aumentan los volúmenes de agua que drenan en el arroyo, puesto que, se encuentra a una altitud de 1135 msnm por lo tanto, el arroyo es la mayor acumulación de agua de la zona.

Figura 3. Precipitación mensual máxima en mm



Fuente: Información estadística meteorológica, CONAGUA, 2022.

Respecto a las condiciones urbanas, los habitantes de la zona tienen efectos negativos sobre el arroyo, se ha obstruido el lugar donde se originaba el arroyo el cual fue tapado con tierra y piedras. Por otro lado, el cauce se utiliza como desecho de residuos sólidos provenientes de las viviendas, hasta la obstrucción del mismo cauce del arroyo por viviendas, se quitó la barrera natural que servía para la absorción de agua y disminuía su desbordamiento (ver figura 5).

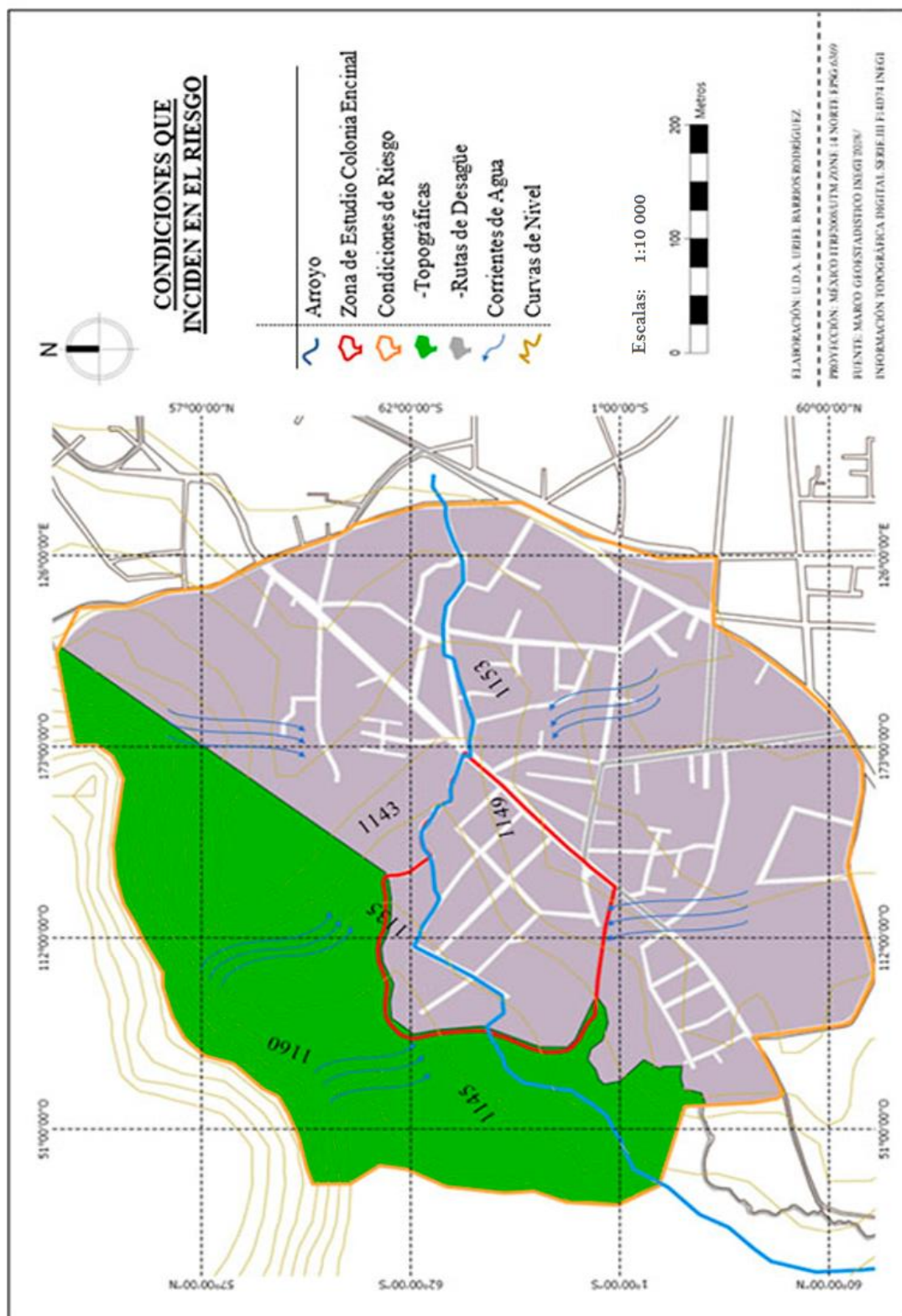
Figura 4. Obstrucción del arroyo



Fuente: Recorridos de campo. Barrios, 2020

El arroyo se modificó mediante la construcción de un canal para que las zonas habitacionales descargaran aguas residuales a través de tuberías de drenaje (ver figura 6) en cinco asentamientos urbanos que son Tezontles, Zaragoza, Arenas, Manantiales y Encinal, las rutas de desagüe son en ese sentido debido a las condiciones topográficas con 18%, dado que, esos asentamientos se ubican en un terreno más elevado.

Figura 6. Mapa de condiciones que inciden en el riesgo



Por otro lado, el gobierno municipal ha incentivado estas iniciativas, permitiendo la construir vialidades y aceras sobre el arroyo (ver figura 7), aunado a esto son vialidades carecen de lineamientos de diseño óptimos donde el pavimento se está agrietando y rompiendo.

Figura 7. Vialidades sobre el arroyo



Fuente. Recorridos de campo, Barrios, 2020.

El alcantarillado constantemente se obstruye por residuos sólidos ocasionando que las vialidades se aneguen e inunden con aguas residuales las viviendas que están a un metro de distancia del arroyo. Aunado a esto, existen 4 tramos donde el drenaje es a cielo abierto (ver figura 8) generando bacterias e infecciones por la acumulación de desechos que han desencadenado enfermedades para los habitantes (Romero, 2020)

Figura 8. Drenaje a cielo abierto.



Fuente. Recorridos de campo, Barrios, 2020.

De acuerdo con la Coordinación de Salud y la Dirección de Ecología del municipio Xicotepec indican que uno de los casos más comunes en temporadas de lluvias es la propagación de mosquitos como dengue, zika y chikungunya, donde más del 50% de la población que vive cerca del arroyo es afectada por las picaduras de estos mosquitos y más del 10% de los afectados por estas picaduras sufren la muerte (Expansión, 2016).

Zona de Riesgo de Inundación – Zona de peligro (amenaza) y evaluación de la vulnerabilidad

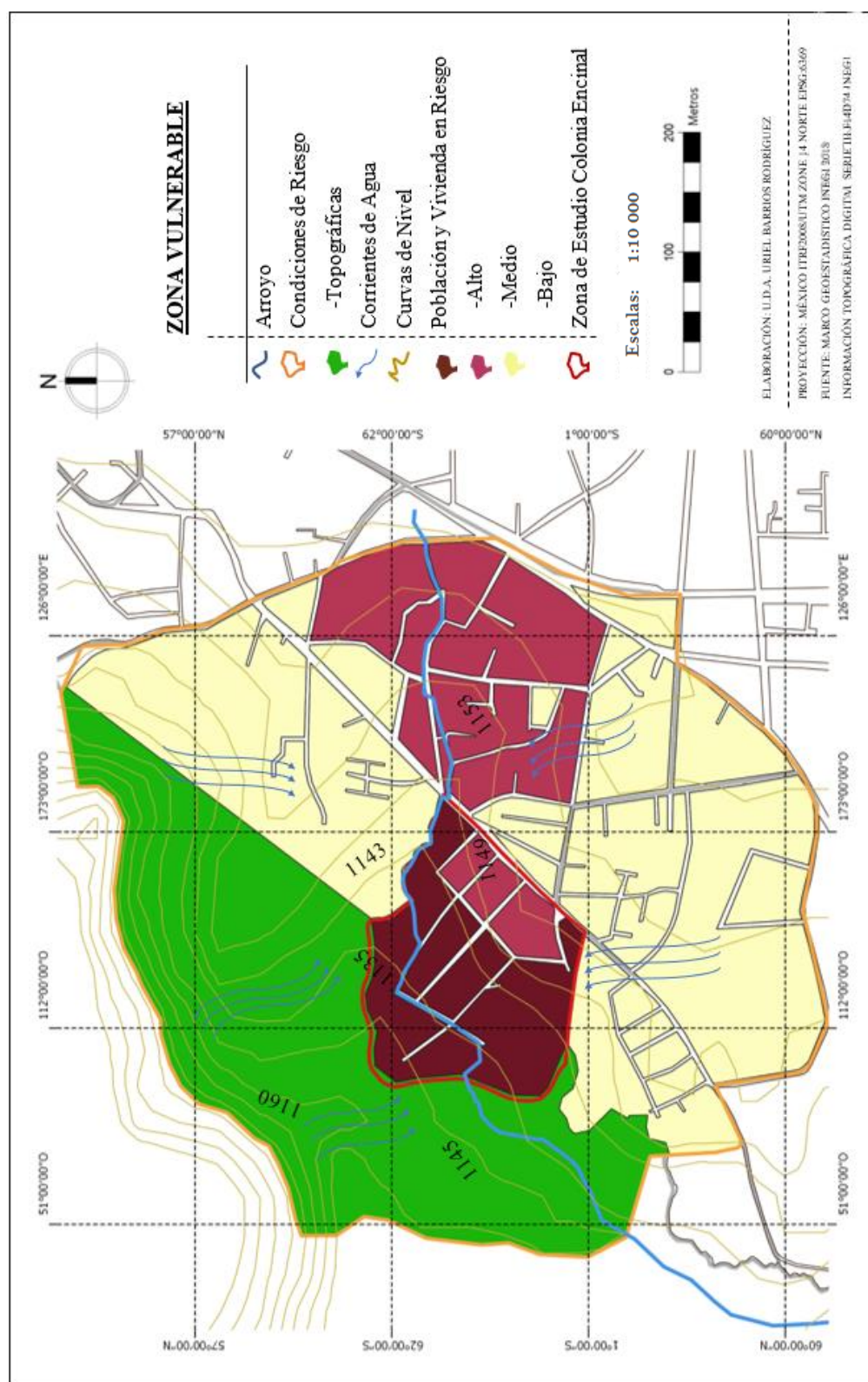
A partir del análisis de las condiciones naturales y condiciones antrópicas se identificó la zona vulnerable donde se encontraron 49 viviendas que se localizan a lo largo del arroyo y, en algunos casos, sobre el cauce. Las viviendas que se ubican en esta zona están construidas de materiales poco resistentes como lámina y cartón, algunas no cuentan con los servicios públicos básicos (ver figura 9). La mayoría de las ocho manzanas vulnerables abarcan una superficie de 990 m en la colonia Encinal, debido a que está en la zona más baja con 1140 m.s.n.m. ocasionando pérdidas en las viviendas afectadas. La población que se encuentra dentro de la zona vulnerable son 230 habitantes (ver figura 10).

Figura 9. Viviendas vulnerables



Fuente: Recorridos de campo. Barrios, 2020.

Figura 10. Mapa de la Zona vulnerable.



Las condiciones de vulnerabilidad social (que potencian el riesgo) se analizaron con base en los indicadores para medir el rezago social (CONEVAL, 2022) como resultado se obtuvo que del total de población, 30% se encuentra en edad infantil (INFANTE), 6% en vejez (VEJEZ), 4% con discapacidad (DISC), 6% son analfabetas (ANALF), y 37% no cuenta con servicios de salud (SINSS) (Salgado-Montes & Barrios-Rodríguez, s.f.). En materia de vivienda, aunque la totalidad cuenta con servicios públicos básicos (SINSP), el 3% tiene piso de tierra (VPISOTI) y el 3% no tiene acceso a tecnologías de la información y comunicación (SINTIC). A partir de estas variables se obtuvieron rangos de indicadores, que posteriormente se categorizaron en alto, medio y bajo para obtener los niveles de vulnerabilidad por manzana (ver tabla 3). Resultado de la evaluación multicriterio, mediante el cálculo de la media, se determinó que la colonia Encinal presenta un nivel medio de vulnerabilidad (Salgado-Montes & Barrios-Rodríguez, s.f.).

Tabla 3. Evaluación multicriterio

CVE	INFAN	VEJ	DIS	ANA	SINS	VPISO	SINS	SINTI	SUM	INDICAD	CATEGO
MANZANA	TE	EZ	C	LF	S	TI	P	C	A	OR	RÍA
2119700010203000	3	3	3	3	3	3	1	3	22	3	ALTO
2119700010275030	1	1	2	1	2	3	1	2	13	2	MEDIO
2119700010275020	1	1	2	1	2	1	1	1	10	2	MEDIO
2119700010275030	1	1	1	1	1	0	1	0	6	1	BAJO
2119700010275030	1	0	1	0	1	1	1	1	6	1	BAJO
2119700010275020	1	0	0	1	1	1	1	1	6	1	BAJO

Fuente. Análisis de vulnerabilidad ante el riesgo de inundación en asentamientos irregulares. Caso Encinal, Xicotepec. Salgado y Barrios. S.f. BUAP

Aunado a esto, se siguen tomando acciones que transforman el entorno, actualmente existe una obra pública en desarrollo, tiene el permiso de las oficinas de obras públicas y de limpieza y alcantarillado del ayuntamiento de Xicotepec, la obra consiste en la ampliación de una vialidad que está sobre el cauce del arroyo (identificado como peligro) y a pesar de las condiciones en las que se encuentran los habitantes del lugar (identificadas como vulnerable ante esta amenaza), los

tomadores de decisiones siguen omitiendo la situación de riesgo, evidenciando que existe una construcción de un riesgo de desastre.

PERCEPCIÓN SOCIAL - AUTORIDADES

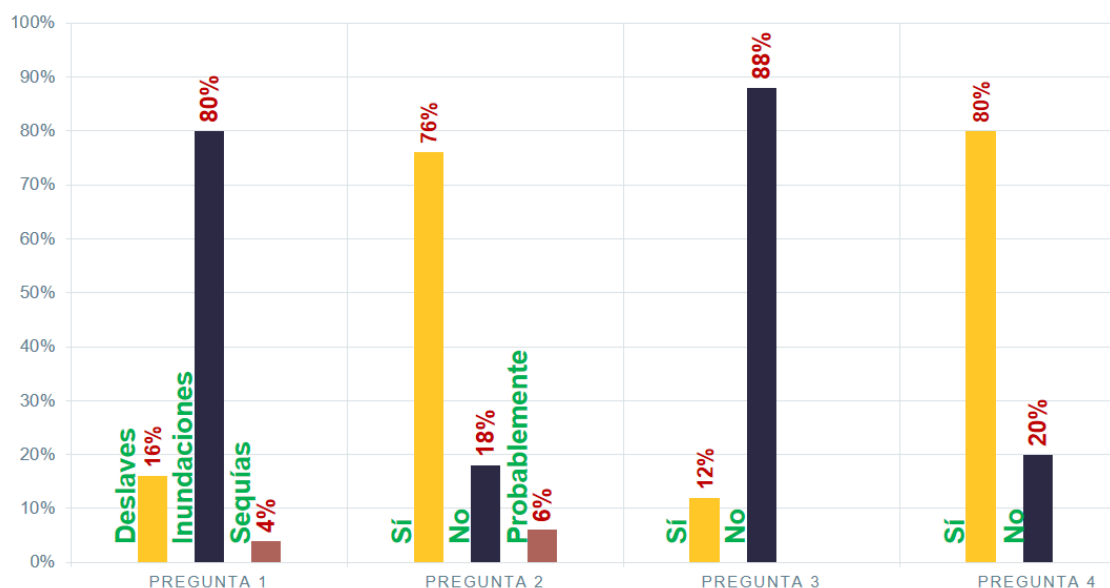
Para sustentar este diagnóstico técnico, se realizó también un análisis para reconocer la percepción social de los habitantes de la colonia, así como también con autoridades del municipio.

Se desarrollaron entrevistas a través de videollamadas (debido a que la pandemia del COVID-19 no permitía hacerlas personalmente) con los habitantes que se encuentran dentro de la zona de riesgo y también los que se encuentran cerca del arroyo para entender la construcción del riesgo, además, se tuvo acercamiento con las autoridades del municipio de Xicotepec, en donde ellos demostraron la subutilización de los SIG para estos estudios de riesgos, puesto que, no se les ha sacado el mayor provecho que tienen para generar información detallada a una escala de asentamiento urbano y encima que actúan de manera desvinculada con la población, realizando acciones, estrategias y proyectos sin consultarlos con la población.

Se realizaron en total 65 entrevistas para conocer cuánto saben los ciudadanos de los riesgos en los que se encuentran y que están haciendo ellos en caso de que se presente una inundación, para poder proponer de manera eficiente y efectiva la prevención de riesgo a través del análisis espacial (ver figura 11), destacando preguntas como:

- 1) ¿Qué riesgo de desastre identifica?
- 2) ¿Alguna vez ha sido afectado por una inundación?
- 3) ¿Cuenta con información para actuar ante una emergencia?
- 4) ¿Utilizan el análisis espacial y la tecnología SIG para determinar el riesgo de inundación y la vulnerabilidad?

Figura 11. Percepción social



Fuente. Recorridos de campo, Barrios 2021

Los ciudadanos si tienen conocimiento de las inundaciones existentes en la colonia debido a que se presentan regularmente en temporada de lluvias -las autoridades no les proporcionan información para prevenirlos o para reubicar a los habitantes en esas zonas, por lo que su vulnerabilidad ante un peligro inminente de inundaciones los sigue poniendo en riesgos- y de acuerdo a los habitantes cada vez que está presente esta temporada (de junio a octubre) mínimo se tiene que inundar una vivienda.

Lo que hacen los habitantes una vez que están presentes las fuertes lluvias es ver por sus familiares que viven con ellos y posteriormente cuidar sus pertenencias. De igual manera mencionaron que siguen considerando que podrían ser afectados por otra inundación pero que no pueden irse de esa zona debido a que no les alcanza económicamente para reubicarse, además, de que tienen un sentido de pertenencia con el lugar. Las acciones que realiza la población para prevenir dichas inundaciones es la limpieza y desensolve del arroyo, así como también la colocación de bardas con costales de arena para reducir la fuerza del agua.

Por lo anterior, la participación social en esta investigación se observó también en la realización de reuniones vecinales para concientizar a la población de los peligros en los que viven, para sentar las bases con los habitantes, los cuales, estarían dispuestos a trabajar en conjunto con autoridades y especialistas para la construcción de planes y programas en donde se propongan las medidas de prevención y mitigación, y así poder reducir el riesgo posible a un desastre.

Omisiones institucionales para la prevención y mitigación del riesgo

La Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIR), la misma concepción de la Ley General de Protección Civil (DOF, 2020), plantea significativos retos de coordinación y reformas institucionales, administrativas, reglamentarias y financieras, así como de reconceptualización, para su implementación eficiente como Política Pública, debido a las omisiones hechas por varias instituciones. Ésta debe tener un carácter de transversalidad intersectorial vinculante, en y entre los diferentes órdenes de gobierno y estar normada bajo los ejes de eficiencia y equidad, integralidad, transversalidad, corresponsabilidad y rendición de cuentas, para ello, la reducción de la vulnerabilidad institucional es imprescindible.

Por otra parte, la Ley General de Asentamientos Urbanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (DOF, 2021) determina que las entidades federativas y los municipios son responsables de prevenir y evitar la ocupación de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, o en su caso definir las medidas de mitigación de conformidad con los atlas de riesgo y legislación aplicable (Gobierno federal, 2021). En este sentido, el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial (Gobierno de México, 2021- 2024) y la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (Gobierno de México, 2020 2040) plantean acciones de capacitación profesional, certificación de desarrollos urbanos, reubicación de vivienda, estudios de impacto territorial, Sistemas de Información Territorial y Urbano, instrumentos de planeación urbana, ordenamiento territorial y ecológico con el enfoque de la GIR.

No obstante, a nivel nacional existe un déficit del 90% de programas de desarrollo urbano sustentable y el Estado de Puebla presenta un déficit del 82% de

atlas de riesgos de desastre (Salgado-Montes & Barrios-Rodríguez, s.f.) . En el caso del municipio de Xicotepec, es uno de los municipios que carecen de ambos instrumentos, ocasionados principalmente por la omisión de información, debido a que en el municipio no cuenta con un departamento encargado de generar información que ayude a la prevención y mitigación de riesgos, por ello, se analizó el Plan Municipal de Desarrollo de Xicotepec 2021-2024 (Municipal, 2021-2024) y se identificó que en materia de ordenamiento territorial no presenta estrategias para regular el uso de suelo ni asentamientos irregulares, no contempla la delimitación de zonas federales, ni la prevención y mitigación de riesgos, aunado a esto, carece de indicadores precisos que limitan medir y evaluar el impacto de las acciones (Salgado-Montes & Barrios-Rodríguez, s.f.).

Por otra parte, debido a la carencia del Atlas de Riesgos Municipal de Xicotepec, se consideró como referencia el Atlas de Riesgos del Estado de Puebla (2009), el cual determina los peligros a nivel estatal y municipal con base en cartas topográficas en escala 1:50, 000 y fenómenos hidrometeorológicos en escala 1: 250, 000, en este se consideraron sólo 10 ciudades para los datos en escala 1: 10 000 (no incluye Xicotepec de Juárez) pero, no se definen los riesgos y la vulnerabilidad a nivel de ciudades ni de asentamientos urbanos del municipio de Xicotepec (Salgado-Montes & Barrios-Rodríguez, s.f.). En este sentido, en el municipio de Xicotepec no se aplicó el análisis espacial a través de SIG para determinar riesgos de desastre, ni para plantear estrategias de prevención y mitigación de riesgos de desastres condición que aumenta la vulnerabilidad de las instituciones y de la población, además de que se incentiva y permite, inclusive en la actualidad que más población se siga asentando en lugares no aptos para el desarrollo urbano.

Conclusiones

De acuerdo con el riesgo de desastres (Naciones Unidas, 2015) en la actualidad se manejan de forma indistinta los conceptos de riesgo, vulnerabilidad y amenaza, llegando, en algunos casos, a considerarlos hasta sinónimos. Los actores tienen un rol fundamental en explicar y explorar las causas e impactos de estos fenómenos, además en estos momentos la vida cotidiana se hace cada vez más compleja, es importante hacer un buen uso de los términos para ser más específicos y lograr con ello un entendimiento razonable, especialmente cuando se involucran agentes gubernamentales, sociales y académicos. La consideración de variables e indicadores que permitan medir la intensidad de las amenazas y los niveles de vulnerabilidad permiten conocer la construcción del riesgo. La breve discusión de los conceptos de amenaza, riesgo, vulnerabilidad y desastre deberían precisar y acotar cada uno de ellos y presentarlos de una forma relativamente ordenada.

Las políticas impulsadas a nivel internacional son necesarias aplicarlas en la escala local mediante instrumentos de planeación bajo un enfoque preventivo de riesgos, ya que, la mayoría de los países cuenta con políticas de prevención de desastres y gestión de riesgos en general, pero estas están centradas en la necesidad de intervención y control de la emergencia. Aunque se tiene como principio resguardar el bienestar común, procurando reducir la situación de vulnerabilidad y el retorno a la normalidad.

Las instituciones y organizaciones sociales deben contar con información mediante la educación para tomar decisiones precisas y adecuadas para la prevención de riesgos. Frente a condiciones estructurales tan complejas cabe preguntarse hasta qué punto son estas modificables a través de políticas públicas enfocadas simplemente en acciones de educación, capacitación y sensibilización. Estudios como los de la Doctora Scherezada (Salgado M. S., 2020) revelan que las personas conviven con el riesgo, que los vecinos conocen los problemas antes de habitar o construir pero lo hacen porque esas viviendas o terrenos son lo único accesible a sus posibilidades económicas y “una vez que comienzan a rajarse las paredes o quebrarse el suelo, utilizan sus conocimientos culturales tratando de tapar la ‘evidencia’ curando las paredes y taconeando los pisos, y en muchos casos

cuando es época de lluvias, no duermen por las noches, [por temor a que] les ocurra algo malo” (Salamanca, 2009, pág. 212). Por ello, es necesario un Estado más social, mejor informado con conocimiento, comprensión y sensibilidad respecto del espacio como una construcción social; y una sociedad más informada, más abierta a gestionar el riesgo con mayor conocimiento técnico y que canaliza sus fortalezas hacia la construcción compartida de la ciudad.

Los SIG como tecnología, ayudan a las poblaciones a visualizar los escenarios de riesgo de los cuales son sujetos, aumentando su conciencia de estos y su capacidad de pasar de estrategias de supervivencia hacia estrategias de contraataque. En este sentido, los SIG, en manos de una población vulnerable o de las instituciones que la apoyan, puede ser un arma potente de negociación con actores sociales externos. En la misma forma que la posesión de un SIG da poder y prestigio a organismos gubernamentales, universidades y otros; la utilización de información generada por un SIG puede cambiar la imagen de una población vulnerable, objeto de planificadores y técnicos extremos. Si son combinados con estrategias apropiadas de información y comunicación en regiones y zonas vulnerables, los SIG podrían convertirse en instrumentos valiosos para la gestión local de riesgos.

Los SIG con ayuda de la geointeligencia y la participación ciudadana podrían crear instrumentos de concertación y de negociación, visualizar y modelar las consecuencias de diferentes estrategias de gestión de riesgos. Desde esta perspectiva, podrían convertirse en instrumentos para la democratización de la información sobre riesgos, porque ya tendrían como fundamento, la participación social y así poder diseñar aplicaciones apropiadas a las necesidades de la población vulnerable, planificar mejor los asentamientos humanos y contrarrestar la actuación ante la emergencia en función de prevenir y mitigar el riesgo. Incorporar los SIG dentro de un proceso participativo de gestión de riesgos, implica un cambio fundamental en la actitud y enfoque asumidos por los especialistas y científicos comprometidos con su diseño y desarrollo.

A nivel nacional se cuenta con un instituto que marca normas técnicas, que ha llevado un proceso de más de 40 años planteando metodologías, estandarizando

datos espaciales, pero a nivel municipal, existe todavía un vacío y baja capacidad del personal que pueda aterrizar esa información a un nivel de asentamientos urbanos. En este sentido, a pesar de que existe normativa en cuanto a los SIG aún no se ha logrado consolidar del todo como una tecnología que genere, procese y detalle información geoespacial en el territorio que ayude a mitigar los desastres, y son pocos los instrumentos en donde se tomen en cuenta a los SIG. Tal es el caso del municipio de Xicotepec en el cual se desaprovecha esta tecnología ya que las autoridades desconocen de ella y debido a esto, no generan información espacial, el personal no está capacitado para generar dicha información, por lo que, no existe un departamento encargado de esos proyectos por la prevención de riesgos, el Plan de Desarrollo no toma en cuenta la prevención de riesgos y en este proceso van contradicciones y ambigüedades que no ayudan a determinar la vulnerabilidad de los asentamientos urbanos y por tal motivo no se previene ni se mitiga el riesgo, además de que no hay instrumentos que regulen las construcciones o el desarrollo urbano a nivel municipal.

Cabe mencionar que, dentro de los mecanismos de la Gestión Integral del Riesgo es prioritario destinar financiamiento para los municipios que presentan altos niveles de riesgo, para generar información, como en el caso del municipio de Xicotepec, ya que, es un municipio en el que se debe de poner principal atención por todos los riesgos a los que están expuestos, siendo esto una muestra evidente de la omisión de información que pone en peligro la vida de la población (Salgado-Montes & Barrios-Rodríguez, s.f.). Resalta la activación de los habitantes de la colonia Encinal para organizarse y resolver la atención a sus problemas y necesidades, y su capacidad de resiliencia, pero existe un vacío en la información y que persisten prácticas cotidianas que agravan la precariedad de sus viviendas y su hábitat y que, por lo tanto, aumentan el riesgo y la vulnerabilidad.

Finalmente, la variación de la precipitación es un factor que debe ser considerado en la planeación del desarrollo urbano y proveer más información al respecto para la población y sus autoridades para que realicen instrumentos que ayuden en la prevención de riesgos de desastres. Debido a que la ciudad de Xicotepec de Juárez ya cuenta con una considerable población en riesgo, es

importante que se empiece a planificar para la prevención o mitigación del impacto de amenazas, esto en términos de una verdadera gestión integral del riesgo, en la que intervengan los diferentes grupos que conforman la sociedad.

Entonces, se puede decir que la carencia de estudios hidrológicos que identifiquen el riesgo se debe a la subutilización de tecnologías para la identificación de desastres hidrometeorológicos. La revaloración, en la presente investigación, de los Sistemas de Información Geográfica (como tecnología) para el análisis espacial aplicado a un asentamiento irregular en zonas de riesgo de inundación, como la colonia Encinal, proporcionó información específica para determinar las causas naturales y antrópicas, y consecuencias de la construcción del riesgo. La información contribuye a concientizar a la población y autoridades públicas acerca de las situaciones de vulnerabilidad y, además, podría permitir la toma de decisiones precisas y adecuadas. Asimismo, se demostró las potencialidades de la tecnología de los SIG para el análisis espacial de los riesgos de desastre con un enfoque sistémico y multifactorial basado en la construcción social del riesgo (Beck, 1998; Merlinsky & Tobías, 2016), sirvió para procesar las variables que inciden en el riesgo y la vulnerabilidad en un asentamiento irregular que carece de análisis del riesgo de inundación oficiales. Por una parte se consideraron variables físicas naturales que generan los fenómenos hidrometeorológicos, así como, las sociales y urbanas que transforman dichos fenómenos en amenazas, aunado a los indicadores de rezago que agudizan las condiciones de vulnerabilidad (Narváez Quiñonez et al., 2020; Surjit et al., 2016). Por otro lado, se muestra la debilidad institucional en los procesos de gestión y planificación debido a que no cuentan con los instrumentos básicos necesarios para analizar la generación y presencia de riesgos de desastre en asentamientos urbanos (Baxendale, 2015). En este sentido el principal aporte fue generar datos cuantitativos y cualitativos, vectoriales y *raster* en escalas menores a 1: 20 000 que pueden servir como referentes para profundizar en el análisis de riesgos y plantear estrategias preventivas, de mitigación, resiliencia y adaptación.

Referencias

- Acosta, V. G. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *SciELO México*, 11-24. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2005000300002
- Aguilar, A. G. (1998). *Calaveras y altares de muertos en la tradición popular mexicana*. Recuperado el 17 de 1 de 2022, de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080099386/1080099386.pdf>
- Aguilar, A. G., & Escamilla, I. (2009). *Periferia urbana: deterioro ambiental y reestructuración metropolitana*. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa.
- Alcántara, A. I. (Enero/Abril de 2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. *Scielo*, 98. doi:<https://doi.org/10.14350/rig.59784>
- Alfie, M. (2007). *Una nueva gestión ambiental: el riesgo y el principio precautelatorio*. Obtenido de Cuaderno Venezolano de Sociología espacio abierto: <http://espacioabiertojournal.com/index.php/th/article/view/240/241>
- Baja Western. (2022). *La cebolla baja occidental*. Obtenido de <https://bajawesternonion.com/>
- Barrios, U., Salgado, S. S., & Flores, M. (Diciembre de 2021). Análisis espacial para la prevención de riesgo de inundación en la colonia Encinal, Xicotepec. *arqui más*, 6(12), 72 - 85. doi:<https://doi.org/10.5377/arquitectura.v6i12.12884>
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós Iberica.
- Bender, A. (1993). *Genetic evidence for the roles of the bud-site-selection genes BUD5 and BUD2 in control of the Rsr1p (Bud1p) GTPase in yeast*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. Obtenido de The Saccharomyces Genome Database : <https://www.yeastgenome.org/reference/S000056175>
- Bertoni, E. (2011). *Libertad de información. ¿Tres palabras inofensivas? Leyes de acceso a la información y rol de la prensa*. Obtenido de The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank: <http://www.palermo.edu/cele/pdf/Bertoni-LibertaddeInformacionyPrensa.pdf>
- BID, B. I. (Julio de 2015). *Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgos*. Obtenido de Programa para América Latina y el Caribe: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Indicadores-de-riesgo-de-desastre-y-de-gesti%C3%B3n-de-riesgos-Programa-para-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Argentina.pdf>
- Bolaños, L. A. (2006). Hacia la creación de estándares de calidad en portales del sector público mexicano. *Política Digital*(32).
- Buzai, G. (Octubre de 2009). *Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Sus cinco conceptos fundamentales*. Obtenido de ResearchGate:

- http://www.researchgate.net/publication/298420203_Analisis_Espacial_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_Sus_cinco_conceptos_fundamentales
- Cámara de diputados. (2022). *Crónica Parlamentaria*. Obtenido de <https://cronica.diputados.gob.mx/>
- Candid. Learning. (10 de 2022). *Base de conocimientos*. Obtenido de ¿Qué son las ONG, y qué papel juegan en la sociedad civil?: <https://learning.candid.org/resources/knowledge-base/definici%C3%B3n-de-las-ong-ngo-definition-and-role/>
- Carcellar, N. (2011). *Addressing vulnerabilities through support mechanisms*. Ginebra, Suiza: Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres.
- Cardona, A. O. (2003). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. Obtenido de Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina: http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr_may-08-2003.pdf
- carlos. (2200).
- Castillo, J. M. (2015). Predicción, prevención, determinación de escenarios futuros. *SoftCast Consulting*, 11-14.
- CENAPRED. (2006). *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos - Conceptos básicos sobre el peligro, riesgos y su representación geográfica*. México: SINAPROC-SEGOB-CENAPRED.
- CENAPRED. (2012). *Centro Nacional de Prevención de Desastres*. Obtenido de Sistema Nacional de Protección Civil: http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/7/1/images/la_mina_exp_cenapred.pdf
- CENAPRED. (2014). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*. Obtenido de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/36-DIAGNOSTICODEPELIGROSEIDENTIFICACINDERIESGOSDEDESASTRESENMXICO.PDF>
- CENAPRED. (2021). *Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. Obtenido de Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>
- CEPAL. (2019). *Participación ciudadana en la gestión pública*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://comunidades.cepal.org/ilpes/es/grupos/discusion/participacion-ciudadana-en-la-gestion-publica>
- CEREM. (23 de diciembre de 2019). *CÓMO LA GEOINTELIGENCIA PUEDE AYUDAR A TU NEGOCIO*. Obtenido de <https://www.cerem.es/blog/como-la-geointeligencia-puede-ayudar-a-tu-negocio>
- Chardon, C. (1998). *Evaluación final de la vulnerabilidad global en Manizales, Andes Colombia* (Vol. No. 22). (R. d. Latina, Ed.) Colombia Manizales: Desastres y sociedad.

- CONAGUA. (2020). *Sistema Nacional de Información del Agua*. Obtenido de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>
- CONEVAL. (2021). *¿QUÉ ES EL ÍNDICE DE REZAGO SOCIAL?* Obtenido de MEDICIÓN DE LA POBREZA: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>
- Córtés , F. (2003). Evolución y características de la pobreza en México en la última década del siglo XX. *Nueva Época*, 2, 295-325.
- Council, I. R. (2005). Risk Governance. *Towards and integrative approach* , 1.
- CPV. (2010). *INEGI*. Obtenido de Censo de Población y Vivienda: <https://www.inegi.org.mx/datos/>
- Datum. (2010). *Información Topográfica Digital Escala 1:250,000*. Obtenido de INEGI, Relieve continental: <https://www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental/#Descargas>
- DGPE, OEA. (2013). *El Acceso a la Información Pública, un Derecho para ejercer otros Derechos*. Obtenido de <https://www.oas.org/es/sap/dgpe/concursoinformate/docs/cortosp8.pdf>
- Docplayer. (2021). *Artículos científicos*. Obtenido de <https://docplayer.es/>
- DOF. (14 de Abril de 2008). *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México: <https://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/marcojuridico/LSNIEG.pdf>
- DOF. (2020). LEY GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/593503/LGPC_061120.pdf
- DOF. (2021). LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_010621.pdf
- ESRI. (2022). *ESRI*. Obtenido de <https://www.esri.com/es-es/what-is-gis/overview>
- Estrada, G. (2017). Participación ciudadana, fundamental para prevenir desastres: investigadora. *IBERO Ciudad de México*.
- Expansión. (2016). Desastres Naturales. *Expansión*, 02-04.
- FONDEN. (2019). *Fondo para la Atención de Emergencias FONDEN*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sspc/documentos/fondo-para-la-atencion-de-emergencias-fonden>
- Garza, M. (2006). Un GIS para todos los municipios. *Política Digital*(28).
- Garza, M., & Rodríguez, D. (2020). *Los desastres en México, una perspectiva multidisciplinaria*. Obtenido de Radio Epicentro: <https://blog.radioepicentro.mx/2019/11/breve-historia-de-la-proteccion-civil.html>
- GEOGRAMA. (2021). *Geo Inteligencia Artificial (GeolA) y el futuro de los datos geográficos*. Obtenido de GEOGRAMA: <https://www.geograma.com/blog/geo-inteligencia-artificial/>

- GOB HONDURAS. (2014). *POLÍTICA DE ESTADO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO EN HONDURAS*. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/hon132078anx.pdf>
- Gobierno de México. (2020-2040). *Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial de la Sedatu*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/estrategia-nacional-de-ordenamiento-territorial-de-la-sedatu-2020-2040?idiom=es>
- Gobierno de México. (2021-2024). *El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/programa-nacional-de-ordenamiento-territorial-y-desarrollo-urbano-2021-2024#:~:text=El%20Programa%20Nacional%20de%20Ordenamiento%20Territorial%20y%20Desarrollo,de%20un%20esfuerzo%20colectivo%20de%20planeaci%C3%B3n%20se>
- Gómez, N. (2011). *Habitar el lugar imaginado, Formas de construir la ciudad desde un proyecto educativo político*. Guadalajara: ITESO.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Xicotepec. (2021-2024). *Plan Municipal de Desarrollo de Xicotepec, Puebla*. Obtenido de Periódico Oficial: <https://xicotepecpuebla.gob.mx/PDM/Publicaci%C3%B3n%20Diario%20Oficial%2031-03-2022.pdf>
- IMEPLAN. (2015). *Área Metropolitana de Guadalajara*. Obtenido de <https://imeplan.mx/en/instrumentos-de-planeacion>
- INAI. (2022). *Normatividad Vigente Histórica*. Obtenido de Acceso a la Información: https://home.inai.org.mx/?page_id=1870&mat=a
- INEGI. (2000). *Comunicado de Prensa número 101/200*. Obtenido de Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática: http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2000/Agosto/cp_101.pdf: 19 de julio de 2013
- INEGI. (2018). *GEOESTADÍSTICO*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>
- INEGI. (2020). *CPV*. Obtenido de Censo de Población y Vivienda: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>
- International Science Council. (2022). *La ciencia en tiempos de crisis*. Obtenido de <https://council.science/>
- JAVERIANA. (2021). *REVISTAS INDEXADAS*. Obtenido de EDITORIAL PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA: <https://revistas.javeriana.edu.co/>
- Jiménez Hernández, M. Á. (2013). *Metodología basada en confiabilidad para la evaluación del riesgo por inundación aplicada a la ciudad de Villahermosa Tabasco*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <http://132.248.9.195/ptd2013/junio/0696332/Index.html>
- Laboratorio para la Ciudad. (2022). *ANÁLISIS GEOESPACIAL CDMX*. Obtenido de Temas: <https://labcd.mx/temas/analisis-geoespacial-cdmx/>

- Laguno, O. J., & Bourguett, V. (2014). *Generación de mapas de riesgo considerando la topografía urbana, aplicado a la ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca*. Obtenido de Repositorio UNAM: https://repositorio.unam.mx/contenidos/generacion-de-mapas-de-riesgo-considerando-la-topografia-urbana-aplicado-a-la-ciudad-de-oaxaca-de-juarez-oaxaca-73681?c=BZPzmG&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- Lavell, A. (1996). *Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano. Problemas y Conceptos: Hacia la Definición de una Agenda de Investigación*. (M. A. Fernández, Productor) Obtenido de LA RED: https://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_cap02-DARDU_ene-7-2003.pdf
- Lavell, A. (2000). *Desastres y desarrollo; hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre*. San José, Costa Rica: N, Garita y J. Nowalski.
- Lavell, A. (2004). *Antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980-2004*. Lima: La RED.
- Lavell, A., & Franco, E. (1996). *Estado, sociedad y gestión de los desastres en América Latina*. Obtenido de LA RED: <http://www.desenredando.org/public/libros/1996/esyg/>
- LSNIEG. (2018). *LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA*. Obtenido de <https://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/marcojuridico/LSNIEG.pdf>
- Maskrey, A. (1985). *Los Desastres No Son Naturales*. Obtenido de LA RED: <http://www.desastres.hn/docum/crid/Febrero2006/CD-2/pdf/spa/doc4081/doc4081-contenido.pdf>
- Maskrey, A. (1998). *NAVEGANDO ENTRE BRUMAS*. Obtenido de <https://www.desenredando.org/public/libros/1998/neb/>
- Mata, H., Alvino, A., Pinheiro, A., Mata, A., & Almeida, J. (2013). Impactsof natural disasters on enviromental and socio-economics systems:whats makes the difference? *Ambiente y Sociedad*, 45-64. doi:10.1590/S1414-753X2013000300004
- McHarg. (1975). *The Nature of Ian McHarg's Science*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/250231936_The_Nature_of_Ian_McHarg's_Science
- Mejía, L. E., & Ruíz, J. A. (25 de Octubre de 2011). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la toma de decisiones. Caso CONAGUA Estado de México. *Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 1(1), 30-47. Obtenido de file:///C:/Users/hp%20840%20g/Downloads/8973-181-30868-1-10-20171013.pdf
- Moe, T., & Pathranarakul, P. (2006). An integrated approach to natural disaster management: Public project management and its critical succes factors. *Disaster Prevention and Management:An International Journal*, 15(3), 396 - 413. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/09653560610669882>

- Mojtahedi, M., & Oo, B. (2016). Critical attributes for proactive engagement of stakeholders in disaster risk. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 35-43.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.10.017>
- Mongabay. (2022). *Global Mongabay*. Obtenido de RÍOS, ARROYOS Y ARROYUELOS:
<https://global.mongabay.com/es/rainforests/0603.htm#:~:text=Los%20arroyuelos%20son%20comunes%20en,para%20otros%20habitantes%20del%20suelo.>
- Mundial, B. (2010). *Natural Hazards unnatural disasters*. Washington DC : Banco Mundial y Naciones Unidas.
- Municipal, G. (2021-2024). Plan Municipal de Desarrollo de Xicotepec. Obtenido de
<https://ojp.puebla.gob.mx/normatividad-municipal/item/3814-plan-municipal-de-desarrollo-de-xicotepec-puebla-2021-2024>
- MUNICIPIOS. (Agosto de 2013). *Inundaciones en más de 35 casas dejan lluvias en Xicotepec*. Obtenido de <https://municipiospuebla.mx/nota/2013-08-25/huachinango/inundaciones-en-m%C3%A1s-de-35-casas-dejan-lluvias-en-xicotepec>
- Naciones Unidas. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Obtenido de
https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
- Narvaéz, Q., Durán, S., Menoscal, C., & Bayón, J. (2020). Espacio urbano periférico y la construcción social del riesgo en ciudades intermedias. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 13. doi:<https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.eupc>
- Narvéz, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastre*. Obtenido de Un enfoque basado en procesos: <https://www.eird.org/cd/herramientas-recursos-educacion-gestion-riesgo/pdf/spa/doc17733/doc17733-a.pdf>
- NGIA. (2021). Nuevas Tecnologías. Obtenido de <https://www.nga.mil/>
- Olvera , J., Sara, C., Sara , G., Marisol, M., Reséndiz, H. D., & Chias, L. (2014). *Infraestructura de Datos Espaciales y Normatividad Geográfica en México: una perspectiva actual*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. doi:978-607-02-5852-7
- Olvera Nava, M. E. (10 de 2022). Observaciones y comentarios realizadas al documento de tesis. (U. Barrios Rodríguez, Entrevistador)
- Omelio, C. R. (2012). Estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgos de desastres en Cuba. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(05), 1-16. doi:E-ISSN: 1695-7504
- ONU. (1987). *EL DECENIO INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE LOS DESASTRES NATURALES*. Obtenido de
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/16777/v108n3p260.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20Resoluci%C3%B3n%20169%20de%20la,Reducci%C3%B3n%20de%20los%20Desastres%20Naturales.&text=En%20los%20%C3%BAltimos%20decenios%20pueden%20haber%20causado%2>

- Opinión . (2021). Reglas operativas en Xicotepec. *Opinión*, 03-04.
- Opinión, P. (marzo de 2021). Percepción social del riesgo. (U. Barrios, Entrevistador)
- Ortiz, A. G. (09 de Agosto de 2020). Tormenta Tropical Kyle. *Sierra Noticias*, págs. 02-04.
- Pelling, M. (2005). Measuring vulnerability to urban disaster risk. *Open House International on managing urban disasters*, 1, 125-132.
- Pérez, B., Patricio, F., & Aldáz, P. (2012). *Evaluación de técnicas de detección de cambios del uso de la tierra a través del análisis multitemporal de imágenes satelitales en el cantón Daule. Tesis de maestría no publicada*. Sangolquí, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Plot, B. (2011). VULNERABILIDAD EN LOS ASENTAMIENTOS IRREGULARES DEL AMBA: ANALISIS DE CASO: BARRIO SARMIENTO. *Revista Geográfica de América Central*, 02, 1-17. doi:1011-484X
- Presidencia de la República. (2002). *Agenda Presidencial del Buen Gobierno*. México: Oficina de la Presidencia para la Innovación Gubernamental.
- Protección Civil. (2018). *Boletín especial*. Obtenido de Secretaría de Gobierno: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/138375/proteccion_civil_boletin.pdf
- Protección Civil. (2020). *Plan Operativo ante Emergencias Hidrometeorológicas 2020*. Obtenido de Coordinación de Protección Civil: http://proteccioncivil.puebla.gob.mx/images/content-site/planes/Plan_Hidrometeorologico_2020.pdf
- Reyes, M. A. (2004). Infraestructura de Datos Espaciales de México. *Política Digital*(15).
- Ríos-Llamas, C. (2020). Fragilidad urbana: una lectura del desastre desde los habitantes menos protegidos. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 22, 57-74. doi:<https://doi.org/10.36677/qret.v22i1.12798>
- Rodríguez, V. D. (2017). Proyecto sobre protección civil y derechos humanos. *Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad*, Completo. Obtenido de <https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/Sintesis-Proteccion-civil-DH.pdf>
- Romero, M. (2020). Xicotepec previene casos de zika, dengue y chikungunya. *Sistema Estatal de Telecomunicaciones*.
- Rubio, I. (2012). Prevenir catástrofes promoviendo anegaciones: riesgo de inundación y vulnerabilidad en la ZMCM. *Especialidades UAM-Cuajimalpa*, 149-182.
- Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso de suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993-2011. *ecosistemas*, 117-123.
- Salamanca, L. (2009). Estudio de resiliencia en desastres naturales en seis barrios de la ciudad de La Paz, Bolivia. *Plataforma Temática de Riesgo Urbano*, 206-222. Obtenido de

<http://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/luis-salamanca.pdf>

Salgado, M. S. (noviembre de 2020). *Empoderamiento ciudadano para mitigar el riesgo de inundación. Caso La Hacienda, Puebla*. Obtenido de Repositorio Institucional BUAP: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/10572>

Salgado, M. S. (Noviembre de 2021). Antecedentes de los SIG. (R. U. Barrios, Entrevistador)

Salgado-Montes, S. S., & Barrios-Rodríguez, U. (s.f.). Análisis de vulnerabilidad ante el riesgo de inundación en asentamientos irregulares. Caso Encinal, Xlcotepec. En *Transformar el territorio en un contexto de cambio climático. El trabajo universitario como base para el cambio*. Puebla: BUAP.

Sánchez, S. M., Casado, I. J., & Bocco, V. G. (2013). *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica. Reflexiones sobre sus avances y retos a futuro*. Ciudad de México: CIGA. doi:<https://doi.org/10.22201/ciga.9786070248481p.2013>

Satterthwaite, D. (2011). *What role for low-income communities in urban areas in disaster risk reduction*. Ginebra, Suiza: Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres.

Science, I. C. (2008). *A Science Plan for Integrated Research on Disaster Risk: Addressing the challenge of natural and human-induced environmental hazards*. Obtenido de <http://council.science/publications/a-science-plan-for-integrated-research-on-disaster-risk/>

SCRIBD. (2020). *Aguas contaminadas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/>

SEGOB. (2014-2018). *PROGRAMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL 2014-2018*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación : http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343076&fecha=30/04/2014

Serra, J. (2012). *Estrategias de preservación de documentos electrónicos*. Obtenido de En Actas de las V Jornadas de Archivos Electrónicos.

SHCP. (2017). *EVALUACIÓN ESTRATÉGICA DE PROCESOS 2017 DEL FONDO DE DESASTRES NATURALES (FONDEN)*. Obtenido de <https://www1.cenapred.unam.mx/SUBCUENTA/31a%20SESI%C3%93N%20ORDINARIA/Asuntos%20Generales/Evaluaci%C3%B3n/EEP%20Fonden-Fopreden%202018.pdf>

SIATL. (2022). *Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de INEGI: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

Sierra, R. (1985). *Técnicas de investigación social*. Madrid.

Smith, K. (2007). Environmental hazard: assesing risk and reducing disaster. (4).

SMN. (2019). *Sistema Meteorológico Nacional*. Obtenido de Normales climatológicas: <https://smn.conagua.gob.mx/es/>

- SOSAPAX. (2020). *SISTEMA OPERADOR DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE XICOTEPEC DE JUAREZ, PUE.* Obtenido de <http://www.sosapax.com/>
- Sotelo, A. (2001). Innovación gubernamental. *Política digital*(1).
- SPCGIR. (2021). *Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Puebla.* (S. SIG, Ed.) Puebla: Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral del Riesgo.
- Staff, F. (2017). En México se pierden cada año 230 mdd por inundaciones. *Forbes Mexico.*
- Torres, N. (2013). *Hacia una política integral de gestión de la información pública.* Obtenido de CELE: https://www.palermo.edu/cele/cele/pdf/Hacia_una_Politica_Integral.pdf
- Tovar, R. (2012). La teoría desde la práctica. Nuevas reflexiones sobre el concepto de “serie documental. *Andaluz de Archivos*(5 y 6). Obtenido de Nuevas reflexiones sobre el concepto de “serie documental.
- Twigg, J. (s/f). Obtenido de <http://www.proventionconsortium.org>
- Urquieta, P. (2014). Los desafíos de las ciudades vulnerables. Construcción de ciudad y construcción del riesgo en La Paz y El Alto. *OpenEdition Journals*, 445-462. doi:<https://doi.org/10.4000/bifea.5906>
- Vázquez Sánchez, M., & Méndez Ramírez, J. J. (2011). LA VULNERABILIDAD DE LOS ASENTAMIENTOS EN ESPACIOS NO URBANIZABLES EN EL MUNICIPIO DE SAN MATEO, ATENCO, ESTADO DE MÉXICO. (U. A. México, Ed.) *QUIVERA*, 13(1), 244-268. doi:1405-8626
- Yamanaka Victor H, A. (2011). *Construcción de mapas de riesgo de inundación en ríos en la zona del Soconusco.* Obtenido de Ponencias tercer seminario Victor Alcocer: https://imta.gob.mx/potamologia/images/stories/ponencias_tercer_seminario/seminario/victor_alcocer/mapasriesgosdeinundacion.pdf