



La geografía de la vulnerabilidad a inundaciones en Guadalajara, Jalisco



José de Jesús Flores Durán

Prólogo | Alicia Torres Rodríguez



9 786075 818634

INVESTIGACIONES | DCTS
DOCTORADO CIUDAD, TERRITORIO Y SUSTENTABILIDAD





José de Jesús Flores Durán

Geógrafo de profesión, posee experiencia en gestión de riesgos de desastres, ordenamiento territorial y digitalización gubernamental. Realizó una estancia postdoctoral en el proyecto *Regional Futures*, financiado por el European Research Council, y actualmente ocupa el cargo de coordinador de análisis de riesgos en el Instituto Metropolitano de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara.



La geografía de la vulnerabilidad a inundaciones en Guadalajara, Jalisco



José de Jesús Flores Durán

Prólogo | Alicia Torres Rodríguez

INVESTIGACIONES | DCTS
DOCTORADO CIUDAD, TERRITORIO Y SUSTENTABILIDAD

PDF



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ARTE, ARQUITECTURA Y DISEÑO



Este libro está basado en la tesis doctoral: *La geografía de la vulnerabilidad a inundaciones en Guadalajara, Jalisco*. fue editada e impresa con los recursos financieros del programa de Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad (DCTS) del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara (Cuaad) México.

**La geografía de la vulnerabilidad a inundaciones
en Guadalajara, Jalisco**

José de Jesús Flores Durán

Diseño de colección e interiores: Estudio Tangente, SC

Primera edición

D.R. © 2025 Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño

Universidad de Guadalajara

Av. Juárez 976, Centro, CP 44100,

Guadalajara, Jalisco, México.

ISBN: 978-607-581-863-4

Editado en México | *Edit in Mexico*

COMITÉ EDITORIAL 2024-2026

editorial@cuaad.udg.mx

www.cuaad.udg.mx

Dedico este libro a mis amadas hijas

Camila y Emma.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a todas las personas que hicieron posible este trabajo. Un agradecimiento especial a mis directoras, las doctoras Alicia Torres y Georgina Calderón, a todo el equipo del Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico que me brindó durante mis estudios de posgrado.

ÍNDICE

9	PRÓLOGO de Alicia Torres Rodríguez
12	INTRODUCCIÓN
13	Guadalajara y las inundaciones
19	Origen de la investigación

CAPÍTULO 1.

23	EL ENFOQUE DE LA VULNERABILIDAD Y LAS INUNDACIONES EN GUADALAJARA
24	El Social Vulnerability Index (SoVI)
27	Vulnerabilidad y exposición

CAPÍTULO 2.

33	METODOLOGÍA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A INUNDACIONES DE GUADALAJARA (IVIG)
33	Definición de la zona de estudio
35	Confección del IVIG

CAPÍTULO 3.

41	EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A INUNDACIONES DE GUADALAJARA
42	Resultados del IVIG
50	Validación del IVIG
51	Datos de control (demográficos y de vivienda)
51	Exposición a la amenaza
52	Impacto de las afectaciones
52	Resultados sobre vulnerabilidad
53	Percepción de la atención institucional
53	Ajustes y propuestas de solución

CAPÍTULO 4.

58	LA GEOGRAFÍA DE LA VULNERABILIDAD
60	Influencia de la segregación socioespacial
64	Influencia del desarrollo geográfico desigual
74	Conclusiones
80	Bibliografía
90	ANEXOS

PRÓLOGO

ALICIA TORRES RODRÍGUEZ ¹

Las ciudades, como los ríos que las atraviesan, guardan en su geografía las huellas profundas de su historia social. En cada colonia vulnerable a las lluvias, en cada vivienda que enfrenta año tras año las inundaciones, se revelan las marcas de procesos históricos de urbanización desigual, de decisiones colectivas y de resistencias cotidianas.

El doctor José de Jesús Flores Durán, autor de este libro, ha asumido el desafío de mirar esas huellas desde una perspectiva crítica y comprometida. A través de su investigación entendemos que las inundaciones en Guadalajara no son desastres naturales inevitables, sino expresiones de cómo construimos, habitamos y marginamos nuestros propios territorios urbanos.

La obra que el lector tiene en sus manos no sólo ofrece un análisis detallado de la geografía de la vulnerabilidad a inundaciones, sino que también nos invita a repensar las ciudades desde la lente de la ecología política, los estudios de vulnerabilidad social y la construcción social del riesgo. Su propuesta metodológica, que combina rigurosidad cuantitativa con un enfoque crítico y sensible a las dinámicas socioespaciales, constituye una aportación indispensable para quienes buscamos construir territorios más justos, resilientes y humanos.

Como directora de tesis de este proyecto, puedo dar testimonio del rigor, la constancia y la pasión que acompañaron cada etapa del proceso. No se trató únicamente de una labor académica, sino de un ejercicio de compromiso ético: comprender y visibilizar las desigualdades que, de manera silenciosa, condenan a ciertos sectores de la población a vivir en condiciones de riesgo permanente.

¹ Profesora-investigadora, SNI. I.-II. Universidad de Guadalajara

Este libro es también reflejo del espíritu que anima al Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad del Centro Universitario de Arte y Arquitectura (CUAAD) de la Universidad de Guadalajara: formar investigadores capaces de dialogar entre disciplinas, de interrogar críticamente los procesos territoriales y de imaginar alternativas para sociedades más equitativas.

Confío en que este trabajo, más allá de enriquecer los debates académicos, inspire acciones colectivas, políticas públicas y procesos comunitarios que reconozcan el derecho a la ciudad como un derecho humano fundamental.

Que este libro sea, para quienes lo lean, una invitación a mirar nuestras ciudades con ojos más críticos, y a asumir con esperanza el reto de transformarlas en ciudades más amigables, asequibles e igualitarias para sus habitantes.

↘ LA OBRA QUE EL LECTOR TIENE
EN SUS MANOS NO SÓLO OFRECE
UN ANÁLISIS DETALLADO DE LA GEOGRAFÍA
DE LA VULNERABILIDAD A INUNDACIONES,
SINO QUE TAMBIÉN NOS INVITA
A REPENSAR LAS CIUDADES DESDE LA LENTE
DE LA ECOLOGÍA POLÍTICA, LOS ESTUDIOS
DE VULNERABILIDAD SOCIAL Y LA
CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL RIESGO.

ALICIA TORRES RODRÍGUEZ

La ciudad fue fundada en el llamado valle de Atemajac, ubicado sobre un lomerío rodeado por diversas elevaciones, entre las que destacan las sierras de La Primavera, de San Esteban, de Tesistán y los cerros del Colli, El Cuatro, y El Tesoro, entre otros. Durante el temporal de lluvias, de esas elevaciones desembocan numerosos arroyos y ríos que fluyen hacia las zonas bajas, para desembocar en el extremo norte hacia el Río Grande de Santiago. Según las curvas de nivel a escala 1: 50,000 del INEGI, la cota más baja dentro de la ciudad oscila entre los 1,450 y 1,460 msnm, muy cerca de la intersección de los ríos San Juan de Dios y Atemajac —en el límite con Zapopan—, antes de iniciar la pendiente escarpada hacia la barranca del río Santiago, que desciende hasta 980 msnm. Cabe destacar que 89.9 % del municipio tiene pendientes menores a 5 grados (Instituto de Información Estadística y Geográfica [IIEG], 2018).

En la capital jalisciense se registran aproximadamente 1,000 mm de precipitación anual. De esta cantidad, alrededor de 85 % se concentra durante el temporal de lluvias, de junio a octubre, según las normales climatológicas de la estación Guadalajara del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, s.f.). Los datos del SMN reportan meses que han alcanzado precipitaciones de hasta 400 mm y días donde la lluvia ha llegado a 100 mm. Esto implica que en un solo día puede caer hasta el 10 % del promedio anual.

Según el Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (IIEG, 2018), la geología de Guadalajara, de origen volcánico, está compuesta mayoritariamente por toba (92.5 %) y basalto (6.4 %). La capa superficial incluye además materiales sedimentarios, como el "jal" y arenas permeables que facilitan o facilitaban la recarga de acuíferos (Díaz, 1945; Martínez, 1977; Vázquez, 1989). En cuanto al tipo de suelo, predomina el regosol (85.3 %), seguido del feozem (8.9 %) (IIEG, 2018).

Actualmente, los elementos mencionados han sido en gran medida cubiertos por edificaciones, que alcanzan una cobertura de 94.6 % del territorio municipal (IIEG, 2018). Esta situación conlleva a la impermeabilización

del terreno, lo que se traduce en mayor escorrentía superficial y menor infiltración (Suárez, 2011). El escenario resultante es el de inundaciones, tanto de origen pluvial como fluvial, constantes y generalizadas en todos los municipios del área metropolitana. De entre la multitud de áreas susceptibles a inundación, se han identificado 84 puntos en los que la altura del agua alcanza los 150 centímetros en la vía pública y zonas habitacionales (Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado [SIAPA], 2017). Aunque también hay sitios, principalmente túneles, que sobrepasan los dos metros de altura cuando se inundan (IMEPLAN, 2021).

Además de los componentes naturales, la transformación continua del valle a través de la edificación también influye en la ocurrencia de inundaciones. Diversos autores (Blaikie *et al.*, 1994; Wisner *et al.*, 2004, 2012; Pelling, 2003a; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [UNDP, por sus siglas en inglés], 2004, entre otros) sostienen que el proceso de urbanización —especialmente en ciudades poco planificadas— contribuye al aumento de la exposición y la vulnerabilidad frente a desastres. De acuerdo con la IFRC (2010), las ciudades pueden tornarse altamente peligrosas cuando las autoridades se ven limitadas en su capacidad para proporcionar servicios sociales esenciales, como seguridad alimentaria, agua potable, saneamiento y el cumplimiento de normativas de construcción, ya sea por falta de presencia, voluntad o recursos adecuados.

Las principales consecuencias de esta falta de visión en Guadalajara son:

- La impermeabilización generalizada de la superficie impide la infiltración adecuada e incrementa la velocidad de escorrentía (como ocurre, por ejemplo, en el Cerro del Cuatro).
- La edificación, cerca o sobre cuerpos de agua primarios, que expone a la población a las inundaciones (ejemplo de ello son las colonias Ferrocarril, el Deán o la Zona Industrial).

- La construcción de calles sobre antiguos cauces, que en condiciones de lluvia actúan como conductos para el agua pluvial (como las calzadas Independencia y Lázaro Cárdenas)
- La proliferación de áreas inundables, que en cada temporal generan problemas sanitarios, económicos, de movilidad, además de daños en viviendas y pertenencias, llegando incluso a poner en riesgo la vida de los habitantes y perpetuando las condiciones de vulnerabilidad.

Aunque este trabajo se centra exclusivamente en las inundaciones del municipio de Guadalajara, resulta pertinente comparar los datos disponibles a escala metropolitana para ampliar el contexto y evidenciar la extensión del problema conforme crece el área urbana. La siguiente tabla sintetiza los registros históricos de inundaciones y los sitios con inundaciones recurrentes, presentados en el *Mapa Único de Inundaciones* del Instituto Metropolitano de Planeación (IMEPLAN) para cada uno de los municipios del AMG.

TABLA 1. Contexto de las inundaciones en el AMG

MUNICIPIO	PUNTOS CON REGISTRO DE INUNDACIÓN	SITIOS CON INUNDACIÓN RECURRENTE	NUEVOS REGISTROS 2021
Guadalajara	1,789	66	2
Zapopan	740	153	
San Pedro Tlaquepaque	376	26	4
Tonalá	126	15	
Zapotlanejo	119	4	1
Tlajomulco de Zúñiga	67	37	7
El Salto	62	8	2
Ixtlahuacán de los Membrillos	8	8	
Juanacatlán	2	4	
	3,170	317	15

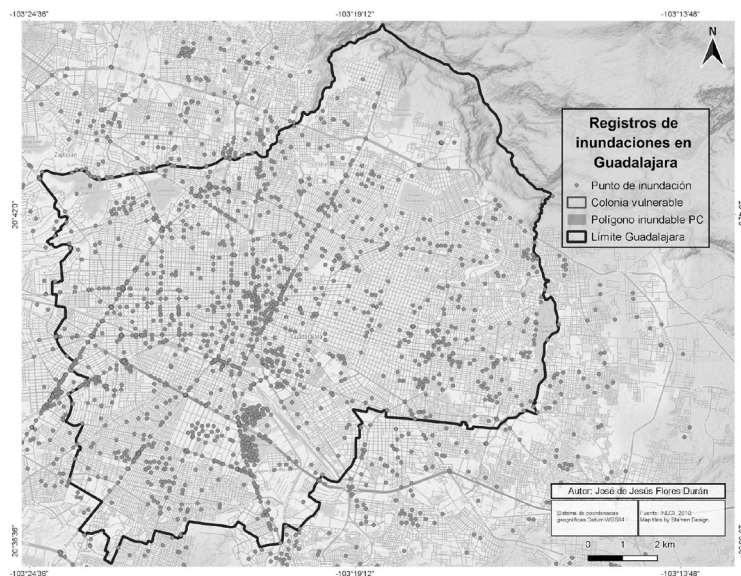
FUENTE: Valdivia y Castillo (2014) e IMEPLAN (2021).

Los datos revelan tres aspectos importantes: primero, los municipios más urbanizados tienen mayor cantidad de registros de inundaciones, donde resaltan aquellos con las ciudades principales; segundo, las inundaciones suelen concentrarse en los mismos espacios, y tercero, que los sitios inundables siguen incrementando.

En cuanto a la recurrencia, es importante destacar que la mayoría de las inundaciones en el AMG son de tipo extensivo, caracterizadas por su frecuencia y por intensidades bajas o moderadas, lo que provoca un impacto acumulativo y disminuye la capacidad de respuesta ante futuros desastres (UNISDR, 2009 y 2015). Los riesgos extensivos, propios de zonas marginadas, implican que la población misma absorbe los daños, reduciendo gradualmente sus capacidades de recuperación, especialmente en el caso de los grupos menos favorecidos, manteniéndolos en un círculo vicioso similar al *ratchet effect* descrito por Robert Chambers (1983).⁴ Esta característica, el impacto acumulativo de los desastres, no ha sido abordada en nuestra ciudad, a pesar de su trascendencia social y económica en la vida cotidiana de quienes habitan en espacios de riesgo. De allí surge el interés central de este estudio: analizar la dimensión humana de los desastres, es decir, la vulnerabilidad y la exposición.

La FIGURA 2 muestra la distribución de los puntos inundables en Guadalajara: en prácticamente cualquier parte del municipio se registra la ocurrencia de una o varias inundaciones. No obstante, es preciso destacar que la naturaleza de las inundaciones y, consecuentemente, los daños y pérdidas ocasionados varían de un sitio a otro. Los niveles de inundación y los sistemas afectados son diferentes en cada sitio. Particularmente en las zonas habitacionales hay efectos diferenciados que responden también a las capacidades de sus habitantes.

⁴ En ámbitos rurales, Chambers identificó el *ratchet effect* (efecto trinquete). Esto es, un mecanismo que gira constantemente en el sentido permitido; en cambio, un giro en sentido contrario es difícil o prácticamente imposible. A resumidas cuentas, lo que Chambers dice es que es más fácil ser más pobre que revertir esa condición.

FIGURA 2. Registros de inundaciones en Guadalajara

FUENTE: elaboración propia con datos de Valdivia y Castillo (2014) e IMEPLAN (2021).

A pesar de que estudios de vanguardia sobre el riesgo de desastres subrayan la importancia de atender las causas que generan la exposición y la vulnerabilidad —más allá de enfocarse únicamente en las características del fenómeno peligroso (Alcántara-Ayala *et al.*, 2023, Marchezini y Wisner, 2017, Organización para la Educación, la Cultura y el Desarrollo [OECD], 2013; UNISDR, 2015; Oliver-Smith *et al.*, 2016; Wisner *et al.*, 2025, entre otros)— los trabajos realizados en Guadalajara sobre riesgos y desastres, particularmente en relación con las inundaciones, han centrado casi exclusivamente la atención en la amenaza. En este estudio, en cambio, se orienta el análisis hacia la evaluación de las condiciones de vida de las personas vulnerables y de los factores que explican tal situación, considerando los desastres como momentos de crisis integrados en procesos continuos de la vida cotidiana.

Estudios sobre la urbanización de los desastres —entre los que se encuentran IFRC (2010), UNISDR (2013 y 2015) y ONU-Hábitat (2016)— han mostrado un marcado interés en las diferencias sociales y espaciales de la población, asociadas al incremento de desigualdad, injusticia y exclusión social; sin embargo, las causas de dicha distribución desigual aún no resultan del todo claras. Explorar esta laguna podría contribuir a explicar los orígenes de la vulnerabilidad diferencial, tal como señalan algunos de los principales referentes de este enfoque (Blaikie *et al.*, 1994; Pelling, 2003b; Wisner *et al.*, 2004, 2012; García, 2018, entre otros).

ORIGEN DE LA INVESTIGACIÓN

Con la intención de complementar los estudios locales sobre el riesgo de inundaciones desde la perspectiva de la vulnerabilidad social, la tesis de maestría previa a la investigación que aquí se presenta (Flores, 2017) propuso un marco integral para su análisis. En dicho estudio se examinaron tres aspectos fundamentales en la generación de escenarios de riesgo ante inundaciones en tres colonias de Guadalajara:

1. La construcción social del riesgo, que permitió explicar los procesos que configuran sitios peligrosos y las condiciones socioeconómicas que incrementan la vulnerabilidad de la población.
2. La capacidad adaptativa de los afectados, evidenciada en la convivencia histórica con las inundaciones y en la regularidad de estos eventos.
3. La percepción local, entendida como un componente maleable que puede servir para concientizar a la población o para minimizar el problema.

Esa investigación permitió reconsiderar el problema de las inundaciones, enfocándose no en sus características generales, sino en las particularidades de los sitios afectados y en las personas involucradas.

Se constató que los daños y afectaciones no se distribuyen de manera homogénea en el territorio ni entre la población. Estas diferencias se evidenciaron al verificar en campo que las colonias de estudio, catalogadas entre las de mayor peligro a inundación por el IIEG (2015), efectivamente lo fueran. Se mostró que dentro de una misma unidad espacial (la colonia, en este caso) la distribución y la intensidad de la inundación varían, y con ello lo hacen los daños provocados. No es comparable la inundación de una vivienda con la de una calle, una avenida o una glorieta; además, al comparar hogares de distintos niveles socioeconómicos —incluso dentro de la misma colonia— se evidencia que la capacidad de sus habitantes para enfrentar desastres varía, ya sea por el tipo de construcción, los materiales empleados o los recursos disponibles para la recuperación.

Uno de los principales hallazgos del estudio fue lo que algunos autores (Pelling, 1999; Wisner *et al.*, 2004; Collins, 2008) denominan *geografía de la vulnerabilidad*, al constatar que los sitios con afectaciones continuas y recurrentes derivadas de las inundaciones se correlacionan con áreas habitacionales ocupadas por personas con recursos económicos, sociales y políticos limitados, en las que los eventos de carácter extensivo evidencian y acentúan su vulnerabilidad. Al comparar tres colonias con perfiles socioeconómicos y ubicaciones diversas (Jardines del Bosque al poniente, El Retiro en el centro y Ferrocarril al sur), se observan fuertes contrastes en la vulnerabilidad a inundaciones. En Jardines del Bosque, las inundaciones afectan principalmente calles, avenidas y glorietas, provocando inconvenientes como el fuerte olor a drenaje y el congestionamiento vehicular. En contraste, en las colonias Ferrocarril y El Retiro las inundaciones impactan directamente las viviendas. En la colonia Ferrocarril, el agua contaminada ingresa a los hogares, dañando pertenencias y generando riesgos de infecciones, además de causar temor e insomnio entre los residentes durante la temporada de lluvias. En El Retiro, un problema significativo es la suspensión del transporte público.

Estas diferencias reflejan una relación directa entre las capacidades de los habitantes para enfrentar las inundaciones y la naturaleza de las afectaciones. Sin embargo, dado que la zona de estudio se limitó a tres colonias, en la tesis de doctorado, de donde se desprende este libro, se buscó verificar si dicho patrón se mantiene en el resto del municipio e identificar cuáles son los factores socioespaciales que influyen en la geografía de la vulnerabilidad a inundaciones.

El libro se estructura en cuatro capítulos: el primero presenta el enfoque de la vulnerabilidad para el estudio del riesgo de desastres, utilizado como marco analítico para examinar las inundaciones en Guadalajara. El segundo capítulo detalla las particularidades del diseño de investigación, describiendo la conformación y cada uno de los pasos seguidos para elaborar el Índice de Vulnerabilidad a las Inundaciones de Guadalajara, funcionando como guía metodológica. El tercer capítulo expone los resultados del mencionado índice, que ilustra la distribución de los sitios donde reside la población más vulnerable, además de presentar los principales hallazgos obtenidos durante la validación en trabajo de campo. El cuarto y último capítulo discute los resultados en términos de la geografía de la vulnerabilidad a las inundaciones, finalizando con las conclusiones del estudio.

↘ LOS DATOS REVELAN TRES ASPECTOS
IMPORTANTES: PRIMERO, LOS MUNICIPIOS
MÁS URBANIZADOS TIENEN MAYOR CANTIDAD
DE REGISTROS DE INUNDACIONES, DONDE
RESALTAN AQUELLOS CON LAS CIUDADES
PRINCIPALES; SEGUNDO, LAS INUNDACIONES
SUELEN CONCENTRARSE EN LOS MISMOS
ESPACIOS, Y TERCERO, QUE LOS SITIOS
INUNDABLES SIGUEN INCREMENTANDO.

JOSÉ DE JESÚS FLORES DURÁN

CAPÍTULO 1.

EL ENFOQUE DE LA VULNERABILIDAD Y LAS INUNDACIONES EN GUADALAJARA

El enfoque de la vulnerabilidad tiene su origen en el paradigma estructural, derivado de la teoría marxista. Uno de sus principales referentes es el artículo presentado por Paul O'Keefe, Ken Westgate y Ben Wisner en 1976, en la revista *Nature*, titulado: *Taking the naturalness out of natural disasters*. Como anticipa el título, los autores discuten que la causa principal de los desastres no son los fenómenos naturales, —denominados amenazas—, sino procesos antropogénicos derivados del desarrollo o subdesarrollo de las sociedades, que producen condiciones de vulnerabilidad humana.

Otro referente clave es el trabajo de Kenneth Hewitt (1983b) *The idea of calamity in a technocratic age*, incluido en el libro editado por él mismo (Hewitt, 1983a). Su argumento central es que los desastres no son accidentes sino parte de la vida cotidiana y "resultado directo de desarrollos humanos particulares y vulnerables" (Hewitt, 1983b, p. 27). Asimismo, el autor señala que el enfoque dominante —al que califica como tecnocrático— justifica la presencia de los desastres como "accidentes inesperados" ocasionados por fenómenos geofísicos que requieren intervención técnica e institucional para su gestión y recuperación del orden. En consecuencia, ese enfoque encubre las condiciones socioeconómicas subyacentes que propician los desastres.

También resalta el trabajo de Piers Blaikie, Terry Cannon, Ian Davis y Ben Wisner en 1994. Estos autores exhiben la conexión entre riesgos y vulnerabilidad de la población ante amenazas, enfatizando que los procesos sociales son clave en la producción de desastres. Los desastres ocurren

cuando la vulnerabilidad se encuentra con la exposición física a la amenaza, y varían según procesos sociales, políticos y económicos que determinan acceso a recursos y susceptibilidad (Blaikie *et al.*, 1994). La segunda edición, Wisner *et al.* (2003), clarifica la causación social de los desastres, y muestra el medio natural como un espacio desigual donde los sistemas sociales se desarrollan de manera similar, lo que da lugar a accesos diferenciados y efectos distintos de los desastres.

Los trabajos mencionados, junto con algunos como los de Paul Susman *et al.* (1983), Michael Watts (1983), Anders Wijkman y Lloyd Timberlake (1984) y Enriquo Quarantelli (1986), trazaron la ruta para los estudios del riesgo de desastre contemporáneos. Esta línea de pensamiento desplazó el protagonismo de las amenazas como causa exclusiva de los desastres, para centrar la atención en las condiciones de vulnerabilidad humana como factor fundamental. A partir del reconocimiento de que la construcción social del riesgo es un proceso que materializa los escenarios para que ocurran los desastres a partir de decisiones y prácticas humanas a través del tiempo. Este giro fue consolidado durante el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres, declarado por la Organización de las Naciones Unidas para el periodo 1990–1999.

EL SOCIAL VULNERABILITY INDEX (SOVI)

En ese contexto, donde los estudios sobre el riesgo de desastres comenzaban a enfocarse en las causas subyacentes de sus efectos, Susan L. Cutter (1996) advertía que, aunque revelador, el concepto de vulnerabilidad requería mayor discusión para alcanzar un consenso en su definición. Según la autora, parte de la confusión se debía a las múltiples orientaciones epistemológicas y metodológicas desde las que se abordaba el tema. En ese marco, su discusión se centró en tres aspectos:

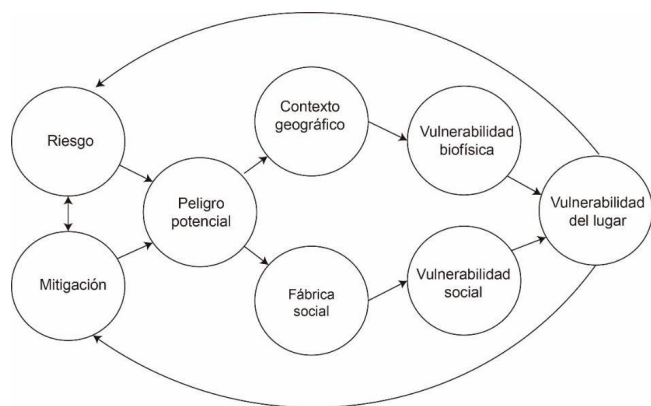
1. Las contradicciones en el uso y significado del término, que hasta entonces se utilizaba para describir una condición preexistente a la amenaza, para referirse a la respuesta social con el fin de enfrentar y responder a los desastres, y lo que llama el "peligro del lugar" (*hazard of place*), que integra ambas dimensiones en un contexto geográfico específico. Esta última es la que Cutter asume y desarrolla.
2. La necesidad de operacionalizar el concepto mediante variables e indicadores cuantificables, para lo cual es indispensable definir la escala espacial, la dimensión temporal y las técnicas de medición pertinentes.
3. Las posturas teóricas divergentes: por un lado, quienes consideran que la estructura social produce y reproduce condiciones de vulnerabilidad; por otro, quienes la atribuyen a la proximidad a la fuente de amenaza.

Cutter (1996) propone un modelo basado en los peligros del lugar (FIGURA 3), retomando ideas de Hewitt y Ian Burton (1971), para evaluar la vulnerabilidad en contextos locales. Este modelo integra variables físicas y sociales con el fin de generar escenarios de vulnerabilidad humana. Cutter subraya que el foco del análisis debe desplazarse del evento desastroso hacia las condiciones locales que lo hacen posible. También destaca que dichos escenarios cambian a lo largo del tiempo, según la evolución de sus componentes. Su propuesta permite realizar análisis comparativos entre distintos sitios; sin embargo, en ese momento no ofrecía aún una vía concreta para operacionalizar las variables.

Para subsanar esa limitación, la misma Cutter, en colaboración con Bryan Boruff y Linn Shirley (2003), presentaron el Social Vulnerability Index (Sovi). Estos autores observaron que, hasta entonces, el análisis de la vulnerabilidad había privilegiado los aspectos biofísicos y del entorno construido, relegando los factores sociales debido a la dificultad de cuantificarlos. Por ello, resultaba complicado comparar entre diferentes

lugares las discrepancias que inciden en las afectaciones derivadas de las amenazas naturales. Basándose en el modelo de peligros del lugar, los autores analizaron el fragmento correspondiente a la vulnerabilidad social (VÉASE FIGURA 3, parte inferior derecha).

FIGURA 3. Modelo peligros del lugar



FUENTE: modificado de Cutter (1996).

Cutter *et al.* (2003) revisaron una gran cantidad de estudios sobre vulnerabilidad para identificar las características que definen la vulnerabilidad social. A partir de esta revisión, sistematizaron las variables disponibles en el censo de los Estados Unidos y seleccionaron once dimensiones para desarrollar un análisis mediante un modelo aditivo. El resultado del índice representa la distribución de la vulnerabilidad en cinco categorías entre los rangos de 0 a 1.

En su caso de estudio, Cutter *et al.* (2003) encontraron que la correlación entre valores de vulnerabilidad altos y las declaratorias federales de desastres era débil e incluso negativa. Sin embargo, los propios autores reconocen que no consideraron los valores de exposición a la amenaza, lo que limita la interpretación del hallazgo. Por tanto, para este trabajo

fue necesario consultar otros estudios que ofrecieran formas de integrar la exposición al análisis. Se identificaron tres contribuciones relevantes: Boruff, Christopher Emrich y Cutter (2005); Brian Tomaszewski (2014); y Thecla Akukwe y Chinedu Ogbodo (2015). El primero de estos trabajos desarrolló un índice independiente de vulnerabilidad física; el segundo, aunque no está enfocado en análisis de riesgo o amenazas, propuso un método para evaluar la proximidad a elementos clave, como hospitales; el tercer trabajo utilizó la cercanía a cuerpos de agua y la altura de inundación como variables. No obstante, ninguna de estas propuestas resultó pertinente para el presente estudio, por lo que se optó por desarrollar una metodología propia (véase el próximo capítulo).

VULNERABILIDAD Y EXPOSICIÓN

El concepto de vulnerabilidad ha sido desarrollado desde un amplio espectro disciplinario. Según Ben Wisner (2009 y 2016), esas disciplinas incluyen ciencias médicas y políticas, sociología, psicología, economía, ecología, ingeniería, estudios de desarrollo, salud pública, seguridad alimentaria, entre otras. Este trabajo adopta el concepto desarrollado en el campo de los estudios de desastres.

Una de las aproximaciones pioneras fue propuesta por Gustavo Wilches-Chaux (1993). Él argumenta que las definiciones tradicionales de desastre se centran exclusivamente en sus efectos, omitiendo las causas subyacentes. Wilches-Chaux, basándose en la teoría de sistemas, conceptualiza los desastres como momentos de crisis dentro de un sistema dinámico de estructuras en evolución, los cuales emergen cuando el sistema es incapaz de absorber los cambios en un nivel superior.

Según Wilches-Chaux, las comunidades humanas (que comprenden individuos, infraestructura física, recursos naturales y culturales, la "superestructura institucional" y las interrelaciones entre individuos y grupos)

y el medio ambiente cultural y natural (geología, clima, etc.) constituyen un sistema de síntesis. En este sistema, la realidad se materializa y concreta en una temporalidad específica. El autor señala que: "Cuando, por múltiples razones, la comunidad es incapaz de transformar sus estructuras [...]; cuando los diseños sociales (los qués y los cómo de una comunidad [sic]) no responden adecuadamente a la realidad del momento que les exige una respuesta, surge el desastre" (Wilches-Chaux, 1993, pp. 16-17). La incapacidad del sistema humano para responder o "absorber" los efectos de un cambio ambiental es lo que Wilches-Chaux conceptualizó como vulnerabilidad.

Para Wilches-Chaux, la vulnerabilidad o inseguridad de una comunidad específica resulta de la convergencia de factores y características tanto internas como externas. Él denomina a este concepto vulnerabilidad global y, para su comprensión, la desglosa en varias "vulnerabilidades" o dimensiones interconectadas:

- *Vulnerabilidad natural*: La vulnerabilidad intrínseca de los seres vivos.
- *Vulnerabilidad física*: La exposición de los asentamientos humanos.
- *Vulnerabilidad económica*: La fragilidad económica frente a eventos peligrosos.
- *Vulnerabilidad social*: El nivel de cohesión interna de una comunidad.
- *Vulnerabilidad política*: El nivel de autonomía de una comunidad para tomar decisiones que la afectan.
- *Vulnerabilidad técnica*: La ausencia de tecnología que garantice la seguridad.
- *Vulnerabilidad ideológica*: Cómo la ideología imperante en una sociedad influye en la respuesta (activa o pasiva, por ejemplo) ante amenazas y desastres.
- *Vulnerabilidad cultural*: Los aportes humanos a la configuración del mundo, como la "personalidad" atribuida a un tipo de individuo de una cultura específica o la influencia de los medios de comunicación en la construcción de identidades.

- *Vulnerabilidad educativa*: La falta de información precisa para reducir la vulnerabilidad.
- *Vulnerabilidad ecológica*: La dominación y destrucción de recursos ambientales que disminuye la capacidad de autorregulación de los ecosistemas.
- *Vulnerabilidad institucional*: La falta de preparación institucional para enfrentar, o mejor dicho, mitigar una situación desastrosa.

Las dimensiones propuestas por Wilches-Chaux son explicativas y representaron un avance sustancial en la comprensión de la vulnerabilidad. No obstante, aquí se considera que, más que "vulnerabilidades" individuales, estas son extensiones o manifestaciones de la vulnerabilidad misma.

TABLA 2. Componentes, variables y determinantes de vulnerabilidad

COMPONENTES DE VULNERABILIDAD	VARIABLES INVOLUCRADAS	DETERMINANTES SOCIOECONÓMICOS Y TÉCNICOS
Bienestar inicial	Nutrición; salud física y mental; Moral/creencias; capacidad de autorrealización.	Posición social (clase); género; etnicidad; edad; Estado y sociedad civil.
Resiliencia de los medios de vida	Oportunidades de ingreso; tipo de medios de vida; Cualificaciones; Bienes y ahorros.	Las de arriba, más: Cambios en las relaciones de poder y efectos en los medios de vida después del impacto de una amenaza.
Autoprotección	Calidad de las construcciones; protección ante las amenazas; localización de viviendas y medios de vida.	Socioeconómicos como los de arriba, más: conocimientos y habilidades técnicas, y disponibilidad de medidas de protección. Amenaza específica: tipo de protección, costo y factibilidad; periodo de retorno; duración; intensidad; magnitud.
Protección social	Las de arriba, más: Regulaciones en construcción; intervenciones técnicas de niveles más altos.	Las de arriba, más: Nivel de conocimiento científico; características de las prácticas técnicas (elitistas?). Calidad y eficacia de los sistemas de seguros. Tipo de ciencia e ingeniería aplicada por el Estado y los grupos dominantes.
Capital social	Cohesión social; rivalidades; número y fuerza de los grupos potencialmente conflictivos.	Las de arriba, más: Tipo de poder estatal; capacidad de la sociedad civil para desarrollar y permitir redes e interacciones positivas.

FUENTE: modificado de Cannon (2000).

Cannon (2000), uno de los principales referentes de este campo, también realizó un aporte significativo al concepto de vulnerabilidad humana, estableciendo cinco componentes que determinan su nivel: 1) bienestar, fuerza y resiliencia iniciales, 2) resiliencia de los medios de vida, 3) autoprotección, 4) protección social y 5) capital social. Cada uno de ellos involucra diversas variables y determinantes técnicas y socioeconómicas. Por ejemplo, el bienestar inicial está directamente relacionado con la posición social, de modo que la nutrición y la resistencia a enfermedades son mayores en los estratos económicos altos. En cambio, las clases más bajas enfrentan menor seguridad laboral y escasos ahorros, lo que limita su capacidad de recuperación. También existen diferencias en la autoprotección —como en los materiales o técnicas de construcción— y en el acceso a mecanismos de protección social.

Cannon exhibe cómo se encadenan los componentes de la vulnerabilidad a partir de diferentes variables que condicionan a una población propensa a ser afectada por los efectos de una amenaza. Esta conceptualización se refuerza con la definición de Wisner *et al.* (2004), donde la vulnerabilidad engloba:

Las características de una persona o grupo y su contexto que influyen en su capacidad para anticipar, enfrentarse a, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural (un evento o procesos naturales). Lo cual envuelve la combinación de factores que determinan el grado en el cual la vida, los medios de vida, propiedades y otros bienes de las personas son puestos en riesgo por un evento (o series de eventos) discreto e identificable en la naturaleza y la sociedad. (Wisner *et al.*, 2004, p. 11)

Esta definición ha sido fundamental para los estudios centrados en la vulnerabilidad y ha contribuido a identificar factores y condiciones que la determinan. No obstante, aún resta incorporar la dimensión espacial

en el análisis. Wisner *et al.* (2003) y B. L. Turner *et al.* (2003) vinculan esta dimensión con las condiciones de exposición, entendida como un aspecto eminentemente geográfico que permite responder a las preguntas: ¿qué y quiénes están en riesgo, y en dónde? De ahí que las características de los lugares y los elementos que los componen se vuelven esenciales.

Generalmente, la exposición se ha empleado como término descriptivo más que explicativo, y en ocasiones se le considera parte de la vulnerabilidad (como en Turner *et al.*, 2003). Sin embargo, este trabajo argumenta que su utilidad es mayor por tres razones: 1) incorpora la dimensión temporal para analizar la frecuencia de los desastres (Birkmann, 2013); 2) permite explicar la distribución espacial del peligro (Turner *et al.*, 2003); y 3) ayuda a comprender las relaciones sociales en los territorios (Oliver-Smith *et al.*, 2016). De esta forma se explica por qué ciertos lugares y grupos sociales, en distintas escalas, son más afectados que otros.

Así, cuando aquí se habla de exposición, se hace referencia al conjunto de características físicas de elementos ubicados en zonas propensas a desastres. No obstante, se entiende este concepto dentro del sistema socioambiental o socioespacial acoplado, razón por la cual el enfoque basado en el lugar de Cutter y sus colaboradores es de importancia sustancial. Más adelante se retomará este tema, cuando se presenten los pasos para elaborar el índice de vulnerabilidad.

↘ EL CONCEPTO DE VULNERABILIDAD HA SIDO DESARROLLADO DESDE UN AMPLIO ESPECTRO DISCIPLINARIO. SEGÚN BEN WISNER, ESAS DISCIPLINAS INCLUYEN CIENCIAS MÉDICAS Y POLÍTICAS, SOCIOLOGÍA, PSICOLOGÍA, ECONOMÍA, ECOLOGÍA, INGENIERÍA, ESTUDIOS DE DESARROLLO, SALUD PÚBLICA, SEGURIDAD ALIMENTARIA, ENTRE OTRAS. ESTE TRABAJO ADOPTA EL CONCEPTO DESARROLLADO EN EL CAMPO DE LOS ESTUDIOS DE DESASTRES.

CAPÍTULO 2.

METODOLOGÍA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A INUNDACIONES DE GUADALAJARA (IVIG)

DEFINICIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la introducción se presentaron las características generales de la zona de estudio. En este apartado, se puntualizan los motivos que justifican la elección del municipio de Guadalajara como modelo de estudio pertinente y replicable.

Guadalajara es una ciudad consolidada que, a partir de la década de 1940, ha experimentado una urbanización continua e intensiva. En la década de 1970 alcanzó la conurbación con los municipios aledaños, conformando la zona metropolitana que ahora lleva su nombre. Para el decenio de 1990, la capital saturó su suelo urbanizable y comenzó a ceder población a sus vecinos, dando paso a la llamada *metropolización avanzada* (Cruz *et al.*, 2000). Este proceso es común entre las ciudades latinoamericanas.

Desde su fundación, Guadalajara adoptó el modelo instaurado por su colonizador, Nuño de Guzmán, caracterizado por la fundación de una ciudad principal rodeada por pueblos indígenas. Según autores como Daniel Vázquez (1992) y Eduardo López (2001), dicho patrón favorecía tres condiciones: 1) una estructura urbana nuclear, 2) la segregación racial del espacio y 3) la colonización de nuevos territorios. Diversos estudios, entre ellos los de Beatriz Núñez (1995), Eduardo López (1996), Renée de la Torre (1998) y Cristina Alvizo (2013), han resaltado las diferencias históricas entre la Guadalajara occidental y oriental, delimitadas por el río San Juan

de Dios. Esos contrastes socioespaciales persisten en la actualidad y son evidentes al recorrer la ciudad.

Debido a las características físicas del lugar donde fue fundada, Guadalajara ha sido históricamente susceptible a inundaciones periódicas, fenómeno que se ha intensificado con el tiempo. La transformación continua del valle, resultado del proceso de urbanización, ha tenido repercusiones ambientales, como una menor infiltración al subsuelo, la aparente desaparición de antiguos cuerpos de agua y modificaciones en el manejo del agua pluvial. Como consecuencia, las inundaciones se han generalizado en gran parte del territorio municipal y metropolitano. Estos fenómenos se ajustan a la definición de "riesgos extensivos" propuesta por la UNISDR (2009, 2015) para eventos frecuentes de baja o moderada intensidad que generan impactos acumulativos. Este tipo de fenómenos es relevante porque, según Hewitt (1983b), contrasta con la idea tradicional de desastres como eventos imprevistos. Las inundaciones extensivas suelen ocurrir en las mismas áreas y períodos, afectando a las mismas personas. Esto posibilita un seguimiento que se vuelve casi imposible cuando ocurren fenómenos intensivos.

La persistencia de las inundaciones y la longevidad del problema han llevado a la implementación de intervenciones institucionales, tanto estructurales como no estructurales, orientadas al "control" del fenómeno. Estas intervenciones han sido fruto de enfoques técnicos unidisciplinarios, como el uso de infraestructura hidráulica para conducir el agua pluvial o la elaboración de mapas de peligrosidad que tienden a generalizar el problema. Este tipo de ajustes presenta sesgos importantes, como la falta de evaluación de los efectos adversos de intervenciones anteriores, que en ocasiones agravan más el problema en vez de solucionarlo, o la omisión de factores sociales que influyen en la génesis y agravamiento del fenómeno. En este trabajo se adopta una visión complementaria que aborda la construcción social del riesgo, considerando que la experiencia de los afectados por la amenaza es crucial para entender el fenómeno, particularmente la manera

en que enfrentan las inundaciones y las limitaciones económicas, políticas y sociales que dificultan su actuación.

Seleccionar Guadalajara como zona de estudio ofrece ventajas teóricas, prácticas y metodológicas necesarias para una investigación doctoral. El estudio que aquí se presenta profundiza en una investigación previa, realizada para obtener el grado de Maestría en Geografía Humana (Flores, 2017). Esa tesis abordó temas que requieren un análisis más detallado, uno de los cuales es la geografía de la vulnerabilidad. Ampliar la escala analítica de tres colonias a todo el municipio y, en un futuro, al área metropolitana, permite explorar los patrones seguidos en el desarrollo urbano de Guadalajara, situándose en el contexto más amplio de las ciudades latinoamericanas. Esto proporcionará argumentos sólidos para discutir si las condiciones de vulnerabilidad se reproducen de manera similar en otros lugares.

CONFECCIÓN DEL IVIG

Dada la complejidad del problema de investigación, se optó por un enfoque metodológico mixto para desarrollar la tesis de la cual se deriva este libro (Flores, 2022); se tomó la decisión de adoptar un método de investigación mixto para desarrollar la tesis. En particular, se adoptó el método denominado "Diseño Transformativo Concurrente" (DISTRAC) propuesto por Roberto Hernández-Sampieri, Carlos Fernández y Pilar Baptista (2014). Este enfoque posee características que se ajustan a los intereses del problema de investigación planteado: 1) los datos cualitativos y cuantitativos se recogen simultáneamente; 2) ambos tipos de datos y sus respectivos métodos pueden tener igual, mayor o menor peso en la investigación; 3) la recolección y análisis de datos están fundamentados por una teoría, visión o perspectiva que orienta las elecciones metodológicas, y 4) el diseño puede adoptar un formato anidado (un método se inserta dentro de otro)

o de triangulación (validación cruzada). Según los autores del modelo: "Su finalidad es converger la información cuantitativa y cualitativa, ya sea anidándola, conectándola o haciéndola confluir" (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, p. 565).

Este trabajo se centra solamente en la fase cuantitativa, que corresponde a la elaboración del IVIG con el fin de identificar las zonas más vulnerables. El objetivo de esta herramienta es proporcionar un panorama general de la distribución de la vulnerabilidad a inundaciones en la ciudad. La fase cualitativa, basada en la investigación forense de desastres, será presentada en una publicación posterior.

La confección del IVIG incluyó diversas tareas, que se resumen a continuación:

1. *Selección de variables.* La elección de variables fue guiada por el documento elaborado por Cutter *et al.* (2003), quienes hicieron una revisión profunda de la literatura para identificar los factores más relevantes en la vulnerabilidad. Para complementar lo anterior, también se examinaron otros textos que aplican índices para evaluar la vulnerabilidad donde no consideran el SoVI. Por ejemplo, Balica (2012), Tomaszewski (2014), Akukwe y Ogbodo (2015) y Nasiri *et al.* (2018).
2. *Consulta del Censo de INEGI (2010).* Para definir variables afines, luego de concretar el punto anterior, se consultaron los datos del Censo de INEGI para utilizar variables semejantes a las empleadas en el SoVI. Se eligió la Unidad Geoestadística Básica (AGEB) como unidad espacial de medición, ya que ofrece datos suficientes para los fines del estudio.⁵ Se trabajó con 436 AGEBS corres-

⁵ En principio se consideró realizar el estudio a nivel de manzana urbana para lograr mayor detalle. Sin embargo, al momento de hacer la consulta, la naturaleza de los datos impedía el análisis requerido. Eso sucede porque se pierde información por cuestiones del levantamiento: hay datos reservados por confidencialidad a los que se les asigna el valor de -6. Eso sucede, por ejemplo, cuando en una manzana solamente hay dos viviendas habitadas y una de ellas posee cierta característica. Algo similar ocurre cuando el dato no es calculable o no aplica, ahí asume -9. Por esa razón, aquí se optó por brincar

pondientes al municipio de Guadalajara, considerando 26 variables agrupadas en nueve dimensiones de vulnerabilidad: edad, género, discapacidad, etnia, educación, estatus del empleo, dependencia social, servicios médicos y estructura familiar. El Anexo 1 presenta los campos elegidos, agrupados en la dimensión a la que pertenecen, su descripción, si tiene correspondencia con el SoVI, la influencia positiva o negativa en la vulnerabilidad de las personas y la relación que guardan.

3. *Normalización de variables para generar el Índice de Vulnerabilidad (IVu).* La metodología del SoVI no permitió espacializar los datos en ArcMap debido a cuestiones técnicas. Por ello, los datos de INEGI fueron normalizados con base en las fórmulas utilizadas por Wygant (2014) y Merlo (2014) para sacar la puntuación.

Una vez realizadas las operaciones estadísticas básicas para cada variable (media, máximo, mínimo y desviación estándar), con ellas se aplicaron las fórmulas a cada una de las columnas de la tabla correspondiente. Básicamente, fueron tres: cuando la variable tiene influencia positiva, obtener el valor de $Y(X-\sigma)$, el cual sirvió para conseguir $Z(Y-m)$, para, finalmente, asignar su puntuación (Z/M). De esa manera, se obtuvo un valor entre 0 y 1, donde al número máximo (M) le corresponde 1 y al menor 0. En el caso de variables con influencia negativa, para Z la operación cambia a $Y-M$ y la de la puntuación a Z/m , de manera que $m=1$ y $M=0$. Finalmente, en la columna de la extrema derecha se sumaron las puntuaciones para obtener el valor correspondiente al IVu. El ANEXO 2 presenta una muestra reducida de la tabla raíz para las dos primeras variables.

a la siguiente escala geográfica, la AGEB, donde disminuye tal problema. En todos los casos donde se encontraron -6 y -9, los datos se reemplazaron por el promedio de la columna para no afectar los resultados de índice.

4. *Integración de la exposición.* Una vez obtenido el IVu, se hicieron las operaciones necesarias para incluir la exposición a inundaciones. Para ello se realizaron las siguientes actividades:
- Con las curvas de nivel a 5 m de IIEG se modelaron las microcuencas con sus respectivos escurrimientos en el sistema de información geográfica.⁶ Para evitar la saturación de información, a las corrientes tributarias resultantes de orden mayor a cinco se les aplicó un área de influencia de 5 m hacia cada lado, esto en función de la amplitud de la ribera o zona federal establecida en la Ley de Aguas Nacionales (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] y Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2017) para cauces menores a 5 m de ancho, considerando que la mayoría de ellos cuenta con un colector subterráneo que disminuye su caudal superficial. La capa resultante fue utilizada como indicador de exposición, partiendo de la premisa que la red hídrica mantiene su dinámica primaria, misma que está condicionada por las características geomorfológicas de la cuenca y su urbanización (Aparicio, 1992, pp. 19 y 20). De manera resumida: la esorrentía superficial inicia en las partes altas y se dirige hacia las bajas, el agua se acumula conforme al orden de corrientes tributarias, y la mayor cantidad de agua se deposita en el cauce principal y otros cuerpos de agua primarios.
 - Se dirigió un oficio a la Dirección de Protección Civil de Guadalajara para solicitar las capas en formato *shape* de polígonos inundables para utilizarlos como indicador de exposición; sin embargo, la respuesta fue una negativa por su carácter reservado. Para contrarrestar tal dificultad, se procedió a digitalizar y georreferenciar las imágenes de "áreas de inundaciones históricas" y "área de afectación por inundación" tomadas del apartado correspondiente del Atlas de Riesgos del Mapa de Guadalajara. Con ello, se obtuvo la capa requerida para procesar la información.
 - Las dos capas resultantes se integraron mediante álgebra de mapas. Se hicieron pruebas con valores de .75, 1 y 1.125 para la variable de exposición. En los últimos dos casos su influencia era tal que cambiaba sustancialmente los rangos del IVu. La ponderación de .75 resultó ser ideal porque permitió señalar los lugares donde cruzan los polígonos de exposición sin desequilibrar los puntajes del índice. El resultado se sumó al IVu para finalmente obtener el Índice de Vulnerabilidad a Inundaciones de Guadalajara (IVIG).
5. *Verificación del resultado.* Se revisaron visualmente los resultados para verificar que fueran representativos, utilizando el conocimiento empírico. Después, traslapando la respectiva capa, se establecieron las colonias más y menos vulnerables para obtener la zona destinada para realizar el trabajo en campo. La elección de colonias respondió al cruce entre los sitios con vulnerabilidad muy alta, específicamente aquellas que coinciden con la capa de lugares inundables digitalizada previamente.
6. *Validación en campo.* La validación se realizó mediante sondeos y recorridos en campo. Tuvo tres propósitos: 1) verificar que los resultados del IVIG correspondan con la realidad, 2) realizar las correcciones necesarias, en caso de que no haya correspondencia, y 3) obtener información desde los implicados sobre zonas más afectadas, problemas, ajustes, posibles causas y soluciones particulares. En total se levantaron 152 cuestionarios en las zonas identificadas de mayor vulnerabilidad. Es necesario recalcar que el sondeo fue de carácter exploratorio, por ello no se aplicó muestreo probabilístico. En vez de eso, se recurrió al muestreo homogéneo-intencional (Hernández-Sampieri et al., 2014) en las zonas indicadas por el IVIG. De esa manera se obtuvieron datos particulares desde la población local que convive con las inundaciones para ampliar la perspectiva del problema desde su experiencia (véase siguiente capítulo para mayores detalles).

6 Los escurrimientos resultantes requirieron correcciones, debido a que algunos no coincidían con la morfología urbana. Ese trabajo fue realizado personalmente a partir de revisión visual con imágenes de satélite y recorridos en campo.

↘ ESTE TRABAJO SE CENTRA SOLAMENTE EN LA FASE CUANTITATIVA, QUE CORRESPONDE A LA ELABORACIÓN DEL IVIG CON EL FIN DE IDENTIFICAR LAS ZONAS MÁS VULNERABLES. EL OBJETIVO DE ESTA HERRAMIENTA ES PROPORCIONAR UN PANORAMA GENERAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA VULNERABILIDAD A INUNDACIONES EN LA CIUDAD. LA FASE CUALITATIVA, BASADA EN LA INVESTIGACIÓN FORENSE DE DESASTRES, SERÁ PRESENTADA EN UNA PUBLICACIÓN POSTERIOR.

CAPÍTULO 3.

EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD A INUNDACIONES DE GUADALAJARA

En 2005, algunos de los principales especialistas en estudios del riesgo se reunieron en dos ocasiones con el objetivo de examinar los retos conceptuales y metodológicos que conlleva la noción de vulnerabilidad. El resultado de estos encuentros fue el documento titulado *Measuring the Un-measurable* (Birkmann y Wisner, 2006), donde se presentaron diversos marcos analíticos, debates clave sobre el concepto, áreas temáticas indispensables para su estudio (social, económica, ambiental e institucional), y tensiones entre enfoques cualitativos y cuantitativos provenientes de las ciencias sociales y naturales. El propósito era establecer un consenso sobre cómo evaluar la vulnerabilidad.

Entre las conclusiones destacan: 1) la necesidad de elegir métodos según el propósito y el alcance del estudio; 2) las discrepancias entre enfoques orientados al proceso (típicamente adoptados por investigadores) y aquellos centrados en el resultado (frecuentemente preferidos por las instituciones), y 3) el consenso en torno a que las raíces de la vulnerabilidad se encuentran intrínsecamente ligadas al desarrollo.

Los marcos propuestos en dicho documento comúnmente emplean algún tipo de índice para representar la vulnerabilidad, permitiendo así su visualización cartográfica. Ejemplos destacados de este enfoque se encuentran en Cannon *et al.* (2003), Mavhura *et al.* (2017) y Wilder (2018). Uno de los índices más utilizados a nivel internacional es el *Social Vulnerability Index* (Sovi), desarrollado por Cutter *et al.* (2003) y utilizado posteriormente por autores como Schmidtlein *et al.* (2008), Sebald (2010), Chen *et al.* (2013), Ignacio *et al.* (2015), Fernández *et al.* (2016), de Loyola *et al.* (2016) y Frigerio

et al. (2018). Dado su amplio uso y pertinencia, en esta investigación se re-toma dicho índice, con las adecuaciones necesarias, como modelo base para la elaboración de un índice propio adaptado al contexto de estudio.

RESULTADOS DEL IVIG

El IVIG fue diseñado con el propósito de ofrecer un panorama general sobre la distribución espacial de la vulnerabilidad social frente a inundaciones en la ciudad, como base para orientar el análisis cualitativo complementario enfocado hacia las causas que han configurado tal distribución.

En una primera etapa, se intentó aplicar la metodología completa del Sovi para comprobar su viabilidad con los datos disponibles. Se siguieron los pasos iniciales del *Sovi recipe* (University of South Carolina, s. f.): selección de variables, operaciones estadísticas básicas, corrección de valores negativos y nulos, normalización porcentual de las variables, cálculo del z-score y aplicación de un Análisis de Componentes Principales (ACP).

TABLA 3. Valores propios mayores de 1.0 y varianza explicada

eValue	% de varianza	% de varianza acumulada
9.71	0.360	0.360
5.87	0.217	0.577
3.20	0.118	0.695
1.47	0.055	0.750
1.35	0.050	0.800
1.28	0.047	0.848
1.07	0.040	0.887

FUENTE: elaboración propia.

Como muestra la tabla anterior, se retuvieron los componentes con valores propios (eValue) superiores a 1.0, de acuerdo con el criterio de Kaiser,

y que explicaran entre el 70% y el 90% de la varianza acumulada. Siete componentes cumplieron con estas dos condiciones, explicando el 88.74% de la varianza total:

- *Primer componente.* Integra variables de rezago social, privación y acceso a recursos que influyen en la vulnerabilidad. También considera la disponibilidad de vehículos en viviendas, lo que podría indicar una necesidad de transporte privado ante un transporte público deficiente.
- *Segundo componente.* Se enfoca en la infraestructura básica de la vivienda (drenaje, agua entubada, electricidad), elementos clave en situaciones de inundación.
- *Tercer componente.* Abarca las características y composición por edad de los hogares, aspectos relevantes a considerar en caso de un desastre.
- *Cuarto componente.* Destaca variables relacionadas con la dinámica laboral.
- *Quinto componente.* Agrupa variables sobre discapacidades y acceso a servicios de salud.
- *Sexto componente.* Se centra en la estructura por género. Dada la alta correlación detectada entre las variables de género, se deberá utilizar sólo una de ellas en análisis posteriores.
- *Séptimo componente.* Contiene únicamente la variable de etnicidad.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) fue útil para comprender la composición y correlación de las variables, y cómo la estructura sociodemográfica y económica influye en la distribución de la vulnerabilidad. No obstante, al aplicar el ACP en Excel, las variables perdieron su capacidad de representación espacial. Esto se debe a que los datos del censo del INEGI incluyen un campo de georreferenciación (para este caso, las AGEB) que mantiene los valores "en su lugar" para su representación espacial. El ACP introdujo una generalización que eliminó esta especificidad geográfica.

TABLA 4. Variables predominantes en la matriz de componentes rotada

	COMPONENTE						
	1	2	3	4	5	6	7
POB24	-0.60	0.37	-0.55	0.26	0.05	0.16	-0.07
POB24	0.30	-0.26	0.76	-0.15	-0.22	-0.24	0.16
POB31	0.31	0.03	0.23	-0.04	-0.05	-0.92	0.02
POB57	-0.31	-0.03	-0.23	0.04	0.05	0.92	-0.02
DISC1	-0.07	-0.09	0.23	-0.05	-0.93	-0.06	-0.02
DISC14	0.08	-0.04	0.27	-0.02	-0.94	-0.03	-0.03
INDI1	0.03	-0.20	0.01	-0.05	0.05	-0.04	0.89
EDU19	-0.55	0.50	-0.39	0.26	0.08	0.06	-0.22
EDU31	-0.81	0.25	-0.08	0.17	-0.12	0.23	0.15
EDU34	-0.81	0.35	-0.10	0.21	-0.09	0.15	-0.07
EC01	0.15	-0.23	0.00	-0.95	-0.05	-0.03	0.02
EC04	0.18	-0.28	0.02	-0.93	-0.02	-0.05	0.04
EC07	-0.73	0.08	-0.20	0.04	-0.07	0.19	0.38
EC031	0.57	-0.10	0.62	-0.04	-0.23	-0.14	0.02
SALUD1	0.81	0.25	-0.02	-0.02	-0.15	-0.15	0.10
HOGAR7	-0.10	-0.36	-0.75	-0.04	0.05	0.06	0.18
HOGAR10	-0.41	-0.06	-0.79	0.09	0.03	0.16	0.11
HOGAR19	0.16	-0.06	0.91	-0.01	-0.22	-0.15	0.08
HOGAR22	-0.25	0.26	0.80	0.20	-0.21	-0.02	0.01
VIV2	-0.09	0.98	0.03	0.11	0.03	0.00	-0.06
VIV9	-0.76	0.38	-0.33	0.26	0.03	0.15	0.08
VIV14	-0.08	0.98	0.03	0.11	0.04	-0.01	-0.07
VIV16	-0.06	0.94	0.05	0.09	0.01	-0.01	-0.04
VIV22	-0.09	0.98	0.02	0.12	0.04	-0.01	-0.07
VIV28	0.72	0.28	0.26	-0.06	0.15	-0.13	0.04

FUENTE: elaboración propia.

Para solventar este obstáculo, se adoptaron fórmulas propuestas por Wygant (2014) y Merlo (2014), quienes normalizan los datos utilizando valores máximos y mínimos. Posteriormente, se sumaron los puntajes obtenidos por cada variable en cada AGEB, lo que dio lugar a valores de índice entre 6.955690 y 13.465940. Estos valores se trasladaron al software QGIS, donde fueron clasificados en cinco categorías mediante el método de rupturas naturales (*natural breaks*),⁷ desde vulnerabilidad muy baja hasta muy alta, el Índice de Vulnerabilidad (IVU) (véase TABLA 5).

TABLA 5. Descripción de los rangos del IVU

1. Muy baja	6.95569017 - 8.93415296
2. Baja	8.93415297 - 9.60780310
3. Media	9.60780311 - 10.1740538
4. Alta	10.1740539 - 10.9720514
5. Muy alta	10.9720515 - 13.4659397

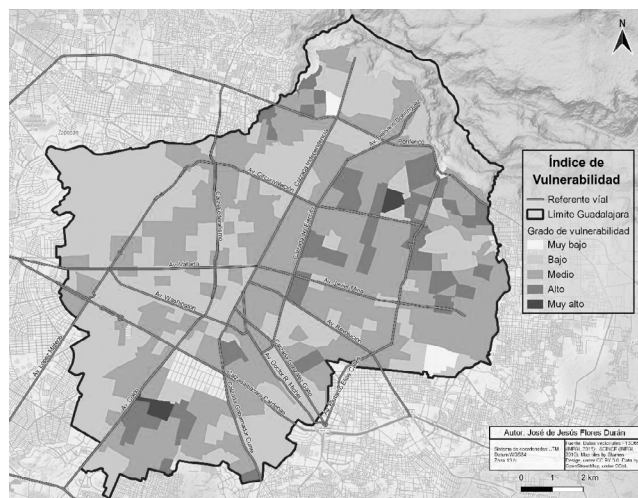
FUENTE: elaboración propia.

Los resultados muestran que la mayor concentración de AGEB con alta vulnerabilidad (FIGURA 4) se localiza al oriente de la ciudad. Eso es significativo porque corrobora lo dicho por autores como Núñez (1995), López (1996), De la Torre (1998) y Alvizo (2013) sobre las diferencias históricas entre los lados oriente y poniente de Guadalajara, donde viven las personas de menores y mayores recursos, respectivamente. Este hallazgo corrobora observaciones previas realizadas por Núñez (1995), López (1996), De la Torre (1998) y Alvizo (2013), quienes señalaron históricas disparidades socioeco-

7 En este método de clasificación: "Las clases de cortes naturales se basan en las agrupaciones naturales inherentes a los datos. Los cortes de clase se caracterizan porque agrupan mejor los valores similares y maximizan las diferencias entre clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos donde hay diferencias considerables entre los valores de los datos" (ESRI, s. f.).

nómicas entre los sectores oriental y occidental de Guadalajara. Asimismo, la distribución espacial de las zonas de alta vulnerabilidad coincide con lo que López (1996) denominó la "media luna de pobreza", caracterizada por una franja que se extiende del norte al sur pasando por el este de la ciudad.

FIGURA 4. Índice de Vulnerabilidad de Guadalajara (IVu)



FUENTE: elaboración propia con datos del INEGI (2010).

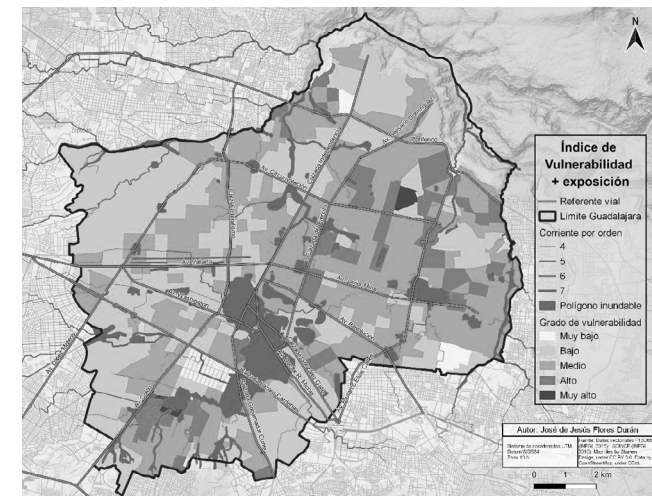
Por el contrario, las zonas con menor vulnerabilidad (tonos más claros) se concentran principalmente al poniente, donde se ubican colonias de alta plusvalía como Colinas de San Javier, Providencia y Bosques de la Victoria. También se identificaron algunas "islas" de baja vulnerabilidad, generalmente coincidentes con zonas de alta plusvalía.

Estos hallazgos permiten explicar parcialmente la configuración socioespacial de la ciudad. Si el índice se aplica en distintos momentos temporales, podría contribuir a una comprensión más amplia de las transformaciones socioespaciales; sin embargo, debido a limitaciones temporales esta tarea queda pendiente para futuras investigaciones.

El IVu solamente muestra la distribución de la vulnerabilidad social con respecto a las variables seleccionadas, pero no guarda relación directa con las inundaciones. Para cumplir con los objetivos de investigación, fue necesario integrar la exposición a la amenaza. La capa de exposición fue elaborada combinando los cauces modelados con los sitios inundables digitalizados.

El traslape de esta capa con el IVu permitió identificar las zonas con mayor vulnerabilidad a inundaciones (FIGURA 5). De esa manera, también se obtuvo una nueva capa que indica los sitios donde se intersectan las anteriores.

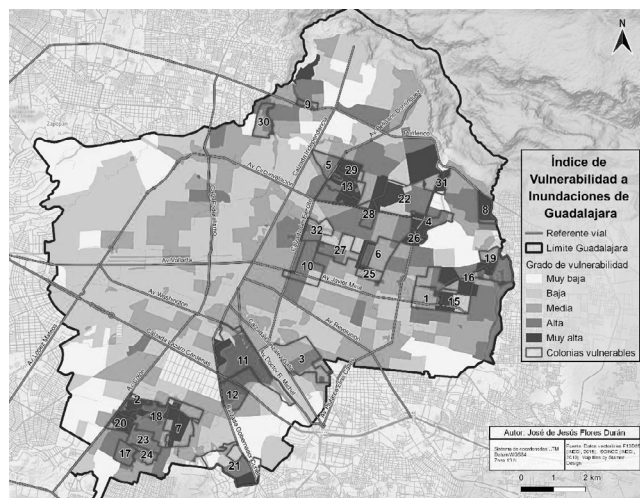
FIGURA 5. Índice de Vulnerabilidad más capa de exposición



FUENTE: elaboración propia con datos del INEGI (2010) y mapa.guadalajara.gob.mx.

Como muestra la siguiente figura, los cambios más marcados se presentaron en lugares puntuales susceptibles a inundaciones. De esa manera, también se obtuvo una nueva capa que indica los sitios donde se intersectan las anteriores, misma que se utilizó como referencia para el trabajo en campo.

FIGURA 6. Índice de Vulnerabilidad a Inundaciones de Guadalajara (IVIG)



FUENTE: elaboración propia con datos del INEGI (2010).

TABLA 6. Descripción de los rangos del IVIG

1. Muy baja	6.95569017 - 8.98071165
2. Baja	8.98071166 - 9.68655553
3. Media	9.68655554 - 10.3496518
4. Alta	10.3496519 - 11.1682501
5. Muy alta	11.1682502 - 13.4659397

FUENTE: elaboración propia.

Una vez que se obtuvieron los espacios con mayor vulnerabilidad a inundaciones, se superpuso esta capa de vulnerabilidad a la capa de colonias proporcionada por el INEGI con el fin de obtener una unidad de análisis más manejable. Con ello, se enlistaron las colonias que corresponden con AGEB's con vulnerabilidad Alta y Muy Alta (TABLA 6). Se excluyeron aquellas colonias situadas en el extremo oriente de la ciudad, ya que las imágenes satelitales revelaron que las áreas inundables en dicha zona

se encuentran dentro del Parque Solidaridad, recientemente renombrado Luis Quintanar, fuera de las áreas habitadas.

La TABLA 7 enumera las 32 colonias identificadas como más vulnerables. Estas, en términos generales, coinciden con la "media luna de pobreza" (López, 1996). Es destacable que sólo la colonia Ferrocarril coincide con el listado de las diez colonias con mayor riesgo de inundación elaborado por el IIEG (2015). Como se señaló anteriormente, el estudio del IIEG incluyó también zonas de riesgo no habitacional (calles, glorietas), mientras que aquí se priorizan espacios residenciales, esto explica la diferencia entre ambos resultados.

TABLA 7. Colonias más vulnerables según el IVIG

#	NOMBRE	#	NOMBRE
1	Agustín Yáñez	17	Lázaro Cárdenas
2	Anexo 18 de Marzo	18	Lomas de Polanco
3	Atlas	19	Lomas del Gallo
4	Balcones de Oblatos	20	López Portillo
5	Belisario Domínguez	21	Miravalle
6	Blanco y Cuéllar	22	Oblatos
7	Echeverría	23	Polanco
8	El Bethel	24	Polanquito
9	El Jagüey	25	Progreso
10	Ex- ejido de Oblatos	26	San Isidro Oblatos
11	Ferrocarril	27	San Juan Bosco
12	Fraccionamiento El Deán	28	San Martín
13	Fraccionamiento Circunvalación Belisario	29	San Vicente
14	Fraccionamiento San Marcos	30	Santa Elena de la Cruz
15	Jardines de San Francisco	31	Tetlán Río Verde
16	Lagos de Oriente	32	Unidad Habitacional Belisario Domínguez

FUENTE: elaboración propia.

VALIDACIÓN DEL IVIG

Para validar los resultados, se visitaron todas las colonias indicadas por el IVIG. Luego de esta actividad, se descartaron aquellas en las que no se encontraron evidencias visuales ni testimoniales de sus habitantes respecto a las inundaciones. El problema se constató únicamente en 15 de las 32 colonias inicialmente identificadas, las cuales se presentan a continuación (TABLA 8). Cabe señalar que se mantiene la numeración de la tabla anterior.

TABLA 8. Colonias más vulnerables según el IVIG

#	NOMBRE	#	NOMBRE
1	Agustín Yáñez	22	Oblatos
4	Balcones de Oblatos	23	Polanco
5	Belisario Domínguez	24	Polanquito
11	Ferrocarril	26	San Isidro Oblatos
12	Fraccionamiento El Deán	30	Santa Elena de la Cruz
13	Fraccionamiento Circunvalación Belisario	31	Tetlán Río Verde
16	Lagos de Oriente	32	Unidad Habitacional Belisario Domínguez
18	Lomas de Polanco		

FUENTE: elaboración propia.

Durante el trabajo de campo se registraron un total de 152 puntos de control, donde se aplicó el mismo número de cuestionarios preparados previamente para validar que los sitios indicados por el IVIG correspondieran con la realidad. El sondeo incluyó características sociodemográficas de los habitantes, aspectos de las inundaciones, condiciones de vulnerabilidad, medidas de ajuste, experiencias en eventos anteriores y la delimitación de las zonas más afectadas. También se consideraron algunas respuestas obtenidas previamente en 28 de los 42 cuestionarios levantados en la

colonia Ferrocarril, la cual puede considerarse como una prueba piloto, además de ser una de las más representativas del problema aquí analizado.

De acuerdo con las distintas secciones del cuestionario, los principales hallazgos fueron los siguientes:

Datos de control (demográficos y de vivienda)

La mayoría de los participantes se dedica a labores del hogar y cuenta con estudios de nivel secundaria. Las viviendas están habitadas, en promedio, por más de cuatro personas distribuidas en 2.5 habitaciones. Del total de la población encuestada, 45 % son mujeres y 55 % hombres; de ellos, 18 % son niños, 11 % adultos mayores y menos del 0.2 % personas con discapacidad. Todas las viviendas encuestadas cuentan con servicios básicos, y predominan las propiedades particulares (54 %), seguidas por viviendas alquiladas (31 %). Destaca que en algunos domicilios residen hasta ocho personas en casas de entre dos y tres habitaciones.

Exposición a la amenaza

No obstante, se detectaron detalles relevantes: algunas zonas marcadas por Protección Civil ya no se inundan, o las inundaciones actuales no representan un riesgo elevado. Asimismo, es necesario integrar el análisis de pendiente para distinguir lugares donde el agua simplemente escurre y no se acumula. Para ello se requiere un modelo digital del terreno con resolución de centímetros, el cual no fue posible obtener.

El 94 % de los participantes reconoció que vive en una zona inundable. La causa más mencionada del problema fue la ubicación de su residencia, seguida por la acumulación de basura, deficiencias en el drenaje y alteraciones al medio ambiente. Cerca del 60 % considera que el nivel de riesgo

que enfrenta es "alto" y poco menos del 30 % lo clasifica como "medio". Es importante resaltar que ninguna persona indicó haber asumido voluntariamente el riesgo, a pesar de su evidencia.

Impacto de las afectaciones

Las principales afectaciones reportadas fueron pérdidas económicas recurrentes, especialmente de muebles y daños a las viviendas; algunos participantes también reportaron la pérdida de vehículos debido a inundaciones esporádicas. Ningún colaborador reportó alguna pérdida humana.

Las observaciones de campo confirmaron que, en varios casos, las zonas más vulnerables están habitadas por personas de escasos recursos, en viviendas deterioradas y, en ocasiones, frágiles. Esta situación se observó particularmente en las colonias Ferrocarril, San Isidro Oblatos, El Deán, Lomas del Paraíso y Polanquito.

Resultados sobre vulnerabilidad

Como era previsible, las respuestas sobre vulnerabilidad muestran cierta contradicción, dado que la percepción personal influye notablemente. Respecto a la frecuencia de impactos por inundaciones, las respuestas "siempre" y "frecuentemente" sumaron poco más del 70 %, seguidas de "rara vez", y en menor medida "nunca" y "no sabe". En cuanto a la frecuencia de inundación de sus viviendas, casi el 40 % respondió "de dos a cinco veces", cerca del 30 % "siempre que llueve fuerte", 12 % "una vez" y 18 % "nunca". Esta última respuesta se registró en sitios donde los habitantes consideran que ya no se presentan inundaciones o han implementado medidas de autoprotección.

Un dato muy relevante era conocer los ingresos mensuales de los colaboradores; sin embargo, la mayoría prefirió no revelar esta información,

lo cual estaba previsto por experiencias previas. Se planteó una pregunta alternativa: ¿Cree usted que su nivel de ingresos influye en su capacidad para enfrentar las inundaciones? El 66 % respondió que no. Entre quienes afirmaron que sí, las principales repercusiones señaladas fueron: falta de recursos para reparar la vivienda (44 %) y la imposibilidad de mudarse a zonas más seguras (36 %).

Casi el 70 % de los encuestados indicó que las inundaciones afectan su modo de vida. Las respuestas más comunes fueron la necesidad de modificar actividades regulares, el deterioro continuo de la vivienda, pérdidas materiales y afectaciones a la salud (como incremento de casos de dengue, pérdida de extremidades por heridas durante eventos de inundación, y enfermedades pulmonares derivadas del contacto con sedimentos de aguas estancadas, particularmente en Balcones de Oblatos). Cabe destacar que todos reportaron acceso a servicios médicos cercanos.

Percepción de la atención institucional

La gran mayoría (84 %) opinó que no se han destinado suficientes recursos políticos, económicos ni sociales para mitigar los daños por inundaciones. Las principales razones aludidas fueron la falta de interés de las autoridades y la carencia de infraestructura adecuada.

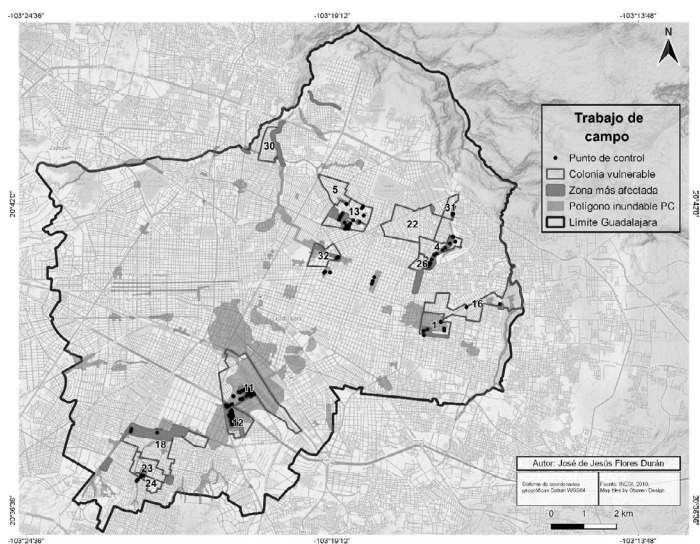
Ajustes y propuestas de solución

La última parte del cuestionario se enfocó en dos temas: los ajustes para enfrentar las inundaciones y las posibles soluciones para contrarrestarlas. El primero de ellos es de particular importancia porque permite interpretar la magnitud de las inundaciones *in situ*, a pesar de las intervenciones institucionales y el alcance que tienen los afectados para enfrentar el problema. El segundo, exhibe cuál es la perspectiva de cara al futuro.

El cuestionario también exploró los ajustes implementados por los afectados y sus propuestas de solución. Cerca del 90 % de los participantes ha realizado alguna modificación en su vivienda, principalmente la instalación de barreras de contención (láminas, bardas y costales) y elevación del nivel de la vivienda, siendo esta última considerada la medida más efectiva.

Entre las obras institucionales, los colectores y alcantarillas fueron los elementos más reconocidos. Las principales propuestas de solución mencionadas fueron la limpieza y el mantenimiento de la red de drenaje, así como la construcción de nuevos colectores. Si bien algunos participantes estarían dispuestos a organizar campañas de limpieza o solicitar obras de infraestructura, la mayoría expresó su negativa a participar en acciones adicionales. También se propusieron alternativas como cambiar de vivienda o construir un segundo piso.

FIGURA 7. Mapa integral del trabajo de campo

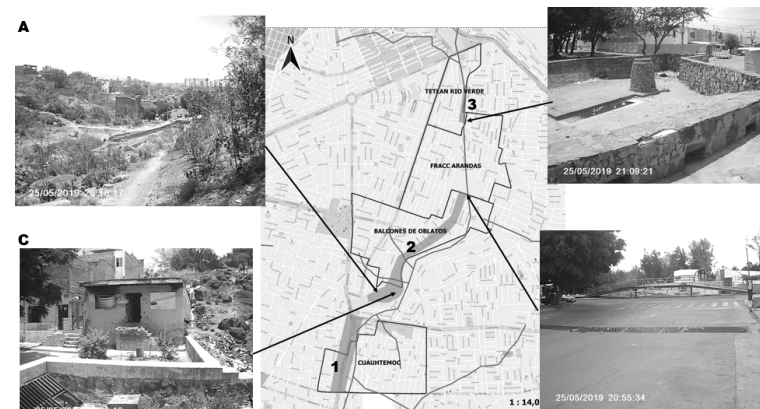


FUENTE: elaboración propia con datos recabados en campo y del INEGI (2010).

Finalmente, se solicitó a los colaboradores que delimitaran las zonas más afectadas por las inundaciones, con el objetivo de refinar el IVIG y apoyar el diseño de futuras políticas públicas. Los resultados de esta delimitación se presentan en la FIGURA 7.

Para cerrar esta sección y dar una muestra del nivel de detalle obtenido en el trabajo de campo, la FIGURA 8 ilustra el problema que se extiende a lo largo de cuatro colonias indicadas por el IVIG. El mapa central muestra cómo la amenaza sigue el curso del arroyo San Andrés.

FIGURA 8. Ejemplo de interpretación del problema de inundación



FUENTE: elaboración propia.

En el mapa aparecen tres polígonos sombreados, digitalizados a partir de la información proporcionada por los habitantes sobre las zonas más afectadas por las inundaciones. En cada una de esas tres zonas se presenta una dinámica de inundación muy diferente:

- El polígono 1, ubicado en la parte media de la microcuenca (Avenida Plutarco Elías Calles), afecta principalmente el tránsito vehicular, a pesar de obras recientes de mitigación.

- El resto del agua de lluvia sigue su flujo hasta bajar por la cañada natural (fotografía indicada con la letra A) hacia la colonia Balcones de Oblatos, el polígono 2. Ahí las circunstancias son diferentes. Al estar en la zona baja de la cuenca, el agua se acumula y perjudica principalmente a las viviendas más cercanas al cauce, que en su mayoría han ajustado su nivel con respecto al piso más de 120 cm. Muchas de estas viviendas presentan condiciones de deterioro notables (letra C). A partir de ahí una sección del arroyo está entubada y otra acanalada. A pesar de ello, las inundaciones persisten en la superficie y tienen un punto de alta peligrosidad en el cruce de las calles Hacienda Ciénega de Mata y Hacienda de Tala (letra D).
- El polígono 3, en la colonia Tetlán Río Verde, sufre inundaciones cuando se desborda el canal (letra B). Aunque los residentes han adaptado sus viviendas, las afectaciones persisten. Luego de ese polígono, el agua sigue su camino hasta desembocar en la barranca del río Santiago.

↘ ENTRE LAS OBRAS INSTITUCIONALES, LOS COLECTORES Y ALCANTARILLAS FUERON LOS ELEMENTOS MÁS RECONOCIDOS. LAS PRINCIPALES PROPUESTAS DE SOLUCIÓN MENCIONADAS FUERON LA LIMPIEZA Y EL MANTENIMIENTO DE LA RED DE DRENAJE, ASÍ COMO LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS COLECTORES.

CAPÍTULO 4.

LA GEOGRAFÍA DE LA VULNERABILIDAD

Para encuadrar la discusión, es necesario puntualizar algunos elementos conceptuales. Desde los primeros capítulos se estableció que entendemos por construcción social del riesgo al proceso mediante el cual se materializan los escenarios para la ocurrencia de desastres, resultado de decisiones y prácticas humanas a lo largo del tiempo. Al asumir tal concepción, se evita considerar los desastres como fenómenos exógenos ajenos a la sociedad, orientando el análisis hacia los factores que producen las condiciones inseguras, en términos de exposición y vulnerabilidad, que constituyen la dimensión humana de la generación de desastres.

El enfoque de la vulnerabilidad para el estudio del riesgo de desastres emplea este concepto como eje analítico, entendido aquí como la condición social de las personas que limita sus posibilidades de enfrentar las amenazas. Esta variable es trascendental, ya que permite comprender que el impacto de los desastres es diferencial: no todas las personas están expuestas ni son vulnerables de la misma manera. En general, los grupos más perjudicados son aquellos con menor acceso a recursos económicos, sociales y políticos, quienes, como resultado de procesos endógenos del desarrollo, son empujados a habitar lugares marginales o poco idóneos para la vida. Por ello, es fundamental identificar y explicar cómo se configuran estos espacios y cuáles son los factores socioespaciales que influyen en la geografía de la vulnerabilidad.

En los capítulos precedentes se han descrito los lugares inundables en Guadalajara, la dimensión del problema y la ubicación de las personas más vulnerables de la ciudad. Dichos espacios son producto de diversas intervenciones humanas sobre el territorio. Los estudios de riesgo de desastres realizados por los principales referentes teóricos han puesto énfasis

en los factores sociales, políticos y económicos que generan condiciones de vulnerabilidad; sin embargo, las diferencias socioespaciales de los lugares habitados han sido poco exploradas, a pesar de su potencial explicativo en relación con la vulnerabilidad diferencial en contextos urbanos.

En este sentido, García (2018) argumenta que el concepto de vulnerabilidad se refiere a la interacción compleja de factores sociales, económicos y políticos, permitiendo su caracterización como diferenciada, diferencial y progresiva.

La *vulnerabilidad diferenciada* alude a lo que García denomina "vulnerabilidad con apellido". En este contexto, la autora subraya la importancia de especificar el tipo de amenaza (inundaciones, etc.) al que se hace referencia al discutir la vulnerabilidad, la exposición y el peligro, ya que "no es lo mismo ser vulnerable a huracanes, temblores, sequías o inundaciones" (García, 2018, p. 230).

La *vulnerabilidad progresiva* se refiere a que, si las dimensiones de vulnerabilidad no se subsanan, "tienden a acumularse y hacerse progresivas" (García, 2018, p. 230). Los riesgos extensivos se asocian estrechamente con la vulnerabilidad progresiva, dado que los eventos reiterados debilitan gradualmente las capacidades de los afectados y acentúan su vulnerabilidad ante amenazas, sean frecuentes o poco habituales, siempre partiendo de la premisa de que la construcción social del riesgo es un proceso.

La *vulnerabilidad diferencial* implica que "no todas las personas ni los grupos sociales son igualmente vulnerables ante la presencia de amenazas naturales o socionaturales y la ocurrencia de desastres" (García, 2018, p. 231). Esta afirmación ha sido respaldada por diversos autores, entre ellos Blaikie *et al.* (1994), Hewitt (1997), Pelling (1999, 2003a), Calderón (2001), Wisner *et al.* (2004), Cutter (2005b), Walters y Gaillard (2014) y Oliver-Smith *et al.* (2016). En consecuencia, la vulnerabilidad, cualquiera que sea su dimensión, varía de acuerdo con el contexto social, político y económico que configura las condiciones propicias para la ocurrencia de desastres.

A lo largo del trabajo se buscó entender la distribución de la vulnerabilidad y cuáles procesos socioespaciales inducen la vulnerabilidad diferencial. Tanto la segregación socioespacial como el desarrollo geográfico desigual fueron continuamente mencionados entre líneas. Por ello, a continuación se explora cómo han intervenido en el desarrollo urbano de Guadalajara y sus repercusiones en los espacios con riesgo de inundaciones.

INFLUENCIA DE LA SEGREGACIÓN SOCIOESPACIAL

Respecto a la segregación socioespacial, diversos autores han documentado su presencia desde la fundación de la ciudad. Vázquez (1989, 1992), López (1996) y Ruiz (2005) destacan la estructura funcional que separaba a los pueblos originarios de los establecidos por los colonizadores mediante barreras naturales. De ahí que la división tradicional de Guadalajara, marcada por el río San Juan de Dios, haya perdurado: el occidente reservado para las clases acomodadas y el oriente para los sectores menos favorecidos. Esta división social es la más reiterada por los autores consultados (Vázquez, 1989; López, 1996; de la Torre, 1998; Ruiz, 2005; Jaramillo y Saucedo, 2016). Un ejemplo reciente lo proporciona Jaramillo y Saucedo (2016), quienes muestran que los estratos más altos aún se localizan en el lado poniente del municipio de Guadalajara, partiendo de la Calzada Independencia.⁸

La dinámica centro-periferia constituye otra expresión de segregación, presente desde la época colonial, cuando el centro estaba reservado para los "conocidos", pertenecientes a las élites ganaderas y agrícolas, mientras las periferias acogían a indígenas y recién llegados sin acceso a la

8 En su índice de estratificación, Jaramillo y Saucedo (2016) utilizaron las siguientes variables: grado de escolaridad, porcentaje de población sin derechohabencia a servicios de salud, población derechohabiente a Seguro Popular, porcentaje de hogares con jefatura femenina, ocupantes promedio por cuarto por vivienda y porcentaje de viviendas con internet.

propiedad del suelo. López (1996, p. 83) afirma que "vivir fuera de la traza urbana discrimina y relega, mientras que vivir dentro de ella categoriza y estratifica socialmente".

Este esquema centro-periferia se ha reproducido históricamente, con variaciones según las centralidades y periferias de cada periodo. Más recientemente, los asentamientos irregulares en los márgenes de la ciudad surgieron como consecuencia del alto precio del suelo central y de la "expulsión" de la población hacia municipios vecinos.

Un tercer esquema es la segregación residencial, evidente desde la creación de las primeras colonias modernas, seguida de las colonias populares, y acentuada por el auge de fraccionamientos cerrados. Este patrón, basado en la valorización y mercantilización del suelo urbano, tiende a polarizar y fragmentar las ciudades, configurándose como archipiélagos de diferenciación socioespacial.⁹

López (1996) plantea que las primeras colonias modernas surgieron impulsadas por agentes inmobiliarios que promovieron un modelo de urbanización mercantil, definiendo el orden espacial y sus clientelas. En este sentido, sostiene:

La estructura general de la ciudad refleja una de las características principales del crecimiento urbano de esos años: su naturaleza contradictoria. Las desigualdades se expresan tanto en el espacio construido, como en la armadura social. (Por ello) Guadalajara se convierte en varias ciudades. (López, 1996, p. 306. Paréntesis añadidos)

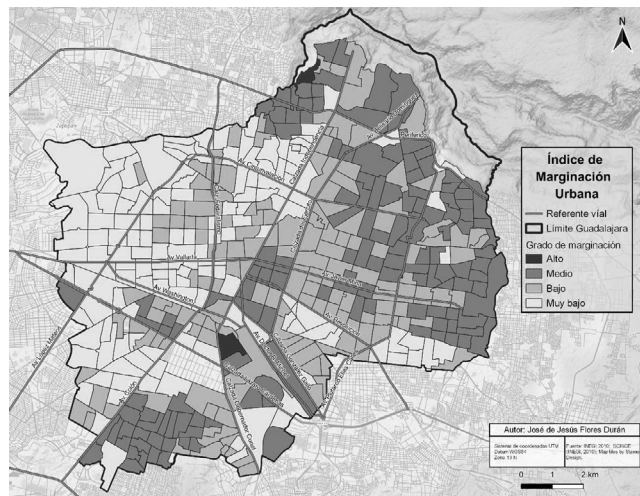
Además de los contrastes de clase y raza, la segregación también se traduce en acceso diferencial a recursos materiales, particularmente en servicios e infraestructura urbana. Cruz (2015) señala que, en los pri-

9 Cuando habla de segregación residencial, Ruiz (2005) indica que ese esquema funciona como islas que aíslan y excluyen a los grupos sociales.

meros años del siglo XX, las diferencias entre la zona central y el oriente de Guadalajara eran evidentes: mientras el centro y el poniente contaban con transporte y avenidas modernas, el oriente carecía de servicios básicos, calles pavimentadas y drenaje. Esta observación es coincidente con Vázquez (1989), quien describe las "colonias catrinas" donde residía la élite tapatía, concentrando las principales obras públicas.

López (1996) también identifica diferencias marcadas entre colonias residenciales y populares en cuanto al acceso a servicios básicos. Mientras las primeras gozaban de estos desde su fundación o poco después, las segundas, como Ferrocarril y Oblatos, enfrentaban largos periodos de carencia. Los sectores más marginados habitaban en talleres o vecindades con servicios colectivos de baja calidad, a pesar de pagar precios elevados por su localización. En contraste, los espacios para las clases altas disponían de zonas verdes, servicios urbanos completos y equipamientos públicos de calidad.

FIGURA 9. Índice de marginación urbana



FUENTE: elaboración propia con datos del INEGI (2010).

Esta caracterización resulta crucial, ya que exhibe diferencias socioespaciales históricas que, aunque con nuevas expresiones, persisten en la actualidad. A escala general, los datos censales recientes muestran porcentajes superiores al 99 % en acceso a servicios básicos en Guadalajara; sin embargo, al asociarlos a indicadores complejos como el índice de marginación urbana, resurge la desigualdad. La FIGURA 9 muestra esta distribución a nivel de AGEB, evidenciando que la marginación muy alta se concentra en colonias como Lomas del Paraíso y Ferrocarril, mientras los niveles muy bajos se ubican mayormente al poniente de la ciudad.

A escala subjetiva, la percepción ciudadana también reconoce estas desigualdades. Jaramillo y Saucedo (2016) reportan que los habitantes del oriente perciben su zona como olvidada por el gobierno, carente de servicios, obras públicas y espacios recreativos, y afectada por altos niveles de inseguridad y narcotráfico.

Ahora bien, ¿qué relación existe entre la segregación, la marginación y la vulnerabilidad diferencial a las inundaciones en Guadalajara? Para interpretarlo, acudimos a la teoría del desarrollo geográfico desigual. A escala urbana, Flores y Torres (2019) discuten que "el desarrollo geográfico desigual separa a los que más tienen de los que menos" (p. 24) mediante un sistema de estratificación, segregación y acceso diferencial a recursos que configura y ordena el espacio (Harvey, 1977, 2018; Wisner et al., 2004). De esta forma, se comprende que los espacios urbanos evolucionan de manera desigual, reflejando los sistemas políticos y económicos predominantes. Esto, en particular, beneficia a los grupos de poder, quienes obtienen ventajas de la circulación y acumulación de capital generada por la mercantilización del suelo.

En general, las personas habitan el territorio de acuerdo con su condición económica y, en muchos casos, los grupos de menores ingresos ocupan espacios poco idóneos para la urbanización, siendo esta su única

posibilidad de acceder a la propiedad patrimonial. Un claro ejemplo son los asentamientos irregulares.

Estos espacios, localizados usualmente en zonas marginales, son propensos a desastres urbanos extensivos, como deslizamientos, hundimientos, inundaciones o afectaciones derivadas de actividades industriales que impactan especialmente a las poblaciones con menores recursos. Así lo confirma la UNISDR (2009, p. 9), que estimó que en 2009 había 900 millones de personas viviendo en asentamientos informales, muchos de ellos en zonas propensas a amenazas.

Tales afectaciones, sumadas a otros factores como servicios deficientes, viviendas frágiles, falta de empleo e informalidad laboral, incrementan las dificultades cotidianas y acentúan la condición de vulnerabilidad social. De esta manera, los desastres se convierten en procesos continuos, compuestos por amenazas "pequeñas" y "grandes" que interactúan entre sí (Pelling, 2011b).

INFLUENCIA DEL DESARROLLO GEOGRÁFICO DESIGUAL

En la introducción se indicó que el interés por esta investigación surge al identificar que las afectaciones derivadas de las inundaciones difieren entre los habitantes de Guadalajara y están influenciadas por su nivel socioeconómico. Mientras los estratos más altos cuentan con mayores recursos para enfrentar las amenazas y los desastres consecuentes, los más bajos son particularmente vulnerables debido a dos factores sustanciales, como sugiere Flores (2017):

1. La ubicación del lugar donde viven. Aunque se trate de sitios afectados por inundaciones de forma recurrente durante cada temporal, las personas habitan estos lugares debido al bajo costo de la renta o del terreno. No debe

olvidarse que el suelo urbano en Guadalajara está prácticamente agotado, y las opciones disponibles dentro del municipio son altamente sobrevaloradas. Esta situación se encuentra estrechamente vinculada con las ventajas históricas que representa vivir en la capital, donde se concentran el empleo, los servicios de salud y los centros educativos.

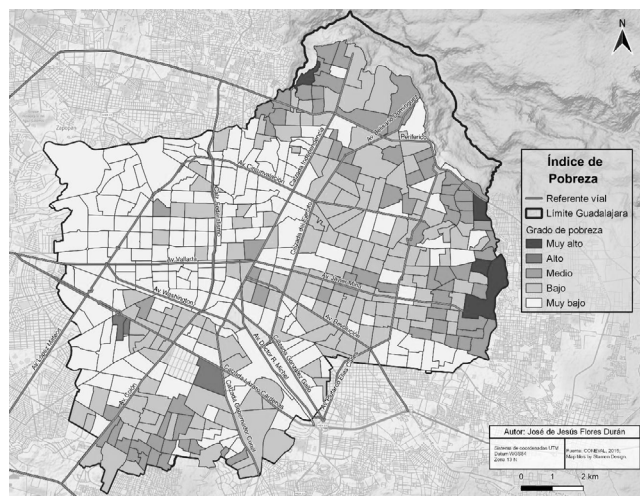
2. El limitado ingreso económico. En la población más pobre, los ingresos suelen estar comprometidos, por lo que las posibilidades de ahorro, inversión a futuro o aseguramiento de pertenencias son prácticamente nulas. Ante un desastre, grande o pequeño, el ingreso disponible debe destinarse a enfrentar contingencias inmediatas, lo que impacta negativamente en la capacidad de adaptación y recuperación frente a las inundaciones, ya que no existen excedentes que permitan realizar ajustes efectivos en la vivienda o recuperar las pérdidas a corto plazo.

Considerando lo anterior, se enfocó la atención en los sitios donde habita la población más vulnerable a las inundaciones, según los resultados del IVIG. Las visitas de campo permitieron observar las condiciones de habitabilidad: en varios casos, los espacios están ocupados por personas de recursos económicos limitados, en viviendas deterioradas y, en ocasiones, muy frágiles. Esta situación se constató en colonias como Ferrocarril, San Isidro Oblatos, El Deán, Lomas del Paraíso y Polanquito.

La FIGURA 10 muestra el Índice de Pobreza Urbana¹⁰ (IPU) del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Como en los casos anteriores, se observa que los niveles altos y muy altos de pobreza se concentran en las zonas oriente, norte y sur del municipio.

10 El Índice de Pobreza Urbana se basa en los datos de pobreza a escala municipal elaborado por el mismo organismo para municipios mayores de 15,000 habitantes, considerando dos procesos adicionales, el primero para estimar el porcentaje de personas en situación de pobreza y pobreza extrema bajo dos métodos posibles, y el segundo para clasificar las AGEB según los rangos de pobreza y pobreza extrema. Para mayores detalles, consultar la nota técnica (CONEVAL, 2019).

FIGURA 10. Índice de pobreza



FUENTE: elaboración propia con datos del CONEVAL (2015).

Si se compara en la figura anterior el ingreso mensual promedio por habitante por AGEB, tomada del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Guadalajara (Ayuntamiento de Guadalajara, 2011), encontramos algunas semejanzas en la distribución de AGEB con menos ingresos que servirían para explicar la pobreza del índice realizado por CONEVAL, lo cual ayuda a explicar la pobreza registrada por CONEVAL. Sin embargo, cabe señalar que el ingreso mensual promedio dejó de considerarse en los censos de población a partir del conteo de 2005, siendo sustituido por la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, lo cual ha dificultado los análisis comparativos.

Respecto a los índices, destaca que, a simple vista, existen varias similitudes entre el IMU, el IPU y el IVIG, particularmente en la distribución general de los rangos altos y bajos, asemejándose a la "media luna de la pobreza" propuesta por López (1996) y coincidiendo con la localización

de asentamientos irregulares. No obstante, al realizar el análisis de correlación espacial entre los índices, la correspondencia resultó baja.

En la correlación IVIG-IMU, aproximadamente el 30 % de la superficie total coincide, destacando los rangos medio, bajo y muy bajo (cerca de un 10 % cada uno). El mayor porcentaje se obtuvo en la combinación de vulnerabilidad a inundaciones baja con marginación urbana baja (VÉASE TABLA 9).

TABLA 9. Correlación espacial IVIG-IMU

		MARGINACIÓN URBANA				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJO
Vulnerabilidad a inundaciones	Muy alto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Alto	0.57	0	0	0.01	0
	Medio	4.14	10.1	10.42	5.37	0.15
	Bajo	1.57	5.68	11.95	10.07	3.57
	Muy bajo	0	0.46	5.97	20.4	9.56

FUENTE: elaboración propia con datos del CONAPO, 2018.

La asociación entre IVIG y IPU mostró un comportamiento similar: la correspondencia alcanzó cerca del 27 % en los mismos rangos, y nuevamente resaltó la combinación entre vulnerabilidad a inundaciones muy baja y marginación urbana baja. No obstante, la correlación en los rangos muy altos de ambos índices fue menor al 1 % (VÉASE TABLA 10).

Estos resultados revelan una escasa relación entre los indicadores cuantitativos, sugiriendo que ni la pobreza ni la marginación urbana explican por sí mismas la vulnerabilidad diferencial ante las inundaciones. Sin embargo, esta conclusión contradice los hallazgos del trabajo empírico, especialmente aquellos obtenidos durante la verificación del IVIG, los sondeos y las entrevistas realizadas previamente. En efecto, numerosas personas

que residen en las zonas más afectadas viven en condiciones claramente precarias. Aunque algunas gozan de mejores condiciones, las limitaciones económicas y las carencias en infraestructura, servicios y protección social restringen sus posibilidades de afrontar las inundaciones, sobre todo cuando son recurrentes. Estas circunstancias refuerzan lo que Chambers (1983) denomina la "trampa de la escasez" (*deprivation trap*), una red de pobreza persistente.¹¹

TABLA 10. Correlación espacial IVIG-IPU

		POBREZA URBANA				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJO
Vulnerabilidad a inundaciones	Muy alto	0.63	1.01	0.01	0	0
	Alto	N/A	N/A	0.04	0.14	0
	Medio	2.3	4.62	6.04	1.31	0.09
	Bajo	3.28	6.87	11.39	10.85	4.01
	Muy bajo	0.07	3.69	10.25	23.56	9.19

FUENTE: elaboración propia con datos del CONEVAL, 2018.

11 Chambers (1983) argumenta que existen cinco tipos de desventajas interconectadas, a saber, la pobreza, la debilidad física, la vulnerabilidad, el aislamiento y la impotencia que en conjunto atrapan a las personas menos favorecidas en un círculo del cual es difícil salir a consecuencia del "efecto trinquete". Cada una de esas desventajas refuerza a la otra. Por ejemplo, retomando lo dicho en Flores (2017, p. 200), la pobreza aporta: "a la debilidad física, escasez de alimento, desnutrición e incapacidad para pagar servicios médicos; al aislamiento, la posibilidad de pagar transporte para buscar trabajo; a la vulnerabilidad, falta de medios para enfrentar una contingencia; y a la impotencia, un estatus bajo que no permite que su voz sea escuchada". De igual manera, el aislamiento, entendido como marginación, aporta: a la debilidad física, dificultades para acceder a servicios médicos; a la pobreza, modos de vida limitados y condiciones desfavorables para acceder a fuentes de ingreso; a la vulnerabilidad, limitaciones de acceder a redes sociales que mitiguen su condición; y a la impotencia, carencias para acceder a la protección social y débil participación social.

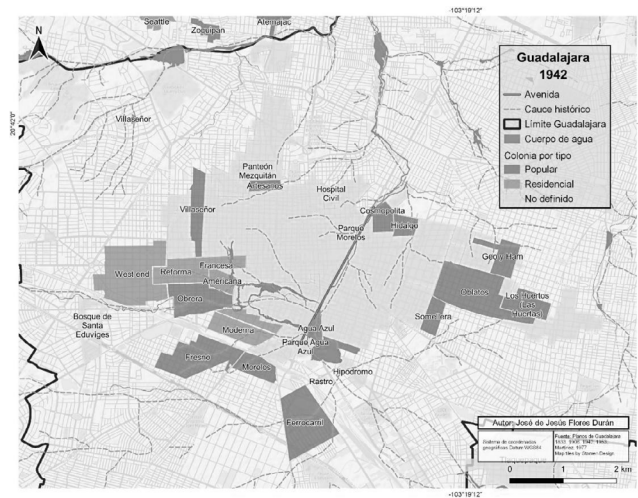
Cabe señalar que tal situación sólo se aprecia a una escala detallada y no constituye una condición generalizada, ni siquiera dentro de una misma colonia. De ahí su importancia: se está visibilizando una problemática que usualmente permanece oculta y, en consecuencia, no se atiende. Aquí se considera que la contradicción detectada en los análisis de correlación se debe a la escala de trabajo de los índices, que no logra captar lo que ocurre a nivel local, y a la actualidad de los datos, que no reflejan la evolución y las asociaciones dinámicas del fenómeno en el tiempo y el espacio. Como se ha visto, este tipo de análisis ofrece claves fundamentales para identificar las raíces de las condiciones actuales.

Por ello, desde un análisis cualitativo se analizaron los patrones de asociación e interacción espacial para buscar esquemas que pudieran estar asociados con el planteamiento de la hipótesis. Se encontró lo siguiente:

- La invasión de cuerpos de agua y cauces primarios, en términos generales, fue indiferente al fundar colonias residenciales y populares, pero fue acentuándose hacia las segundas. Así lo muestran las siguientes figuras. El plano de 1942 muestra que el arroyo El Arenal ya era parte de la ciudad, sobre él se distinguen las colonias Moderna, Americana y Francesa, de carácter residencial, y la colonia Obrera, popular. Más al sur, aparecen la del Fresno, Morelos y Ferrocarril también sobre algunos escurrimientos y la colonia Agua Azul, a un costado del cuerpo de agua del mismo nombre.

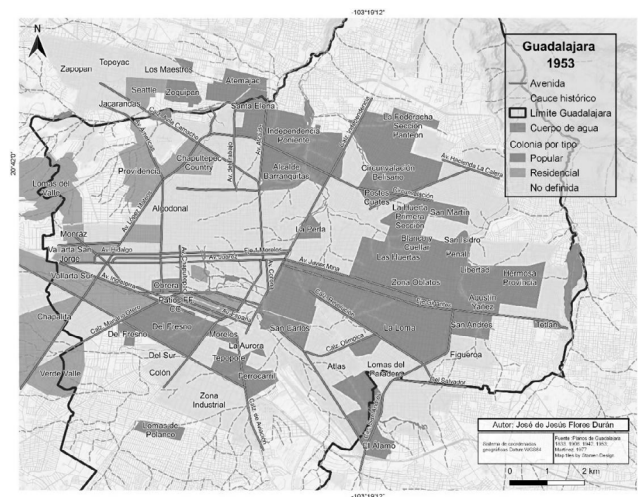
En 1953, donde hubo el mayor crecimiento urbano, se incrementan las colonias y, con ello, la invasión de cauces primarios y cuerpos de agua. La extensión hacia el oriente de colonias populares alcanzó el arroyo de San Andrés. En el poniente ocurrió lo mismo, las colonias residenciales, entre ellas Providencia, Vallarta Sur, Chapalita y Lomas del Valle absorbieron los escurrimientos superficiales.

FIGURA 11. Plano urbano de 1942



FUENTE: elaboración propia con base en la Universidad de Guadalajara (1942).

FIGURA 12. Plano urbano de 1953



FUENTE: elaboración propia con base en el Plano de la Ciudad de Guadalajara (s. a, 1953)

Para contrastar lo anterior, a partir de una base de datos más abundante para un periodo también más extenso, se clasificaron las colonias actuales de INEGI, según el año de fundación y el tipo, y se correlacionaron con los polígonos inundables de Protección Civil; se encontró que la mayor superficie corresponde con las colonias y fraccionamientos populares. Lo cual también apunta a una diferenciación socioeconómica:

- La mayor superficie de los polígonos inundables registrados se encuentra en el lado oriente, considerando la división desde la Calzada Independencia.
- Introducción diferencial de infraestructura hidráulica. En cuanto a los colectores, se encontró que su concentración es mayor en el lado poniente. Luego del colector San Juan de Dios, los sistemas siguientes fueron instalados principalmente en esa zona, y hasta antes del Plan de Colectores de la década de 1970 la infraestructura continuaba concentrándose allí.
- La urbanización de la cuenca alta induce la vulnerabilidad y exposición en las zonas bajas. El traslado de las colonias residenciales hacia el poniente abrió mercado en esa dirección, destacando la construcción de fraccionamientos de alta plusvalía en la zona limítrofe con el municipio de Zapopan, como Chapalita, Ciudad del Sol y otros. Dichos desarrollos se promocionaban apelando a la vida en el bosque, el aire puro y los vientos saludables (López, 2001; Gómez et al., 2005). Estas colonias, junto con las asentadas en el sur —mayoritariamente de carácter popular y en condiciones de irregularidad—, contribuyeron a la interrupción de la recarga y captación de agua en las cabeceras de cuenca, incrementando la vulnerabilidad en las partes medias y bajas.

En la revisión de los instrumentos de urbanización se identificaron varios elementos que explican el desarrollo desigual. Muchos de los instrumentos fueron elaborados por las mismas comisiones y consejos que luego los oficializaron mediante leyes y reglamentos.

Por ejemplo, la distribución de obra pública ha estado condicionada al alcance económico de la población. Desde la Ley de Cooperación y Obras Públicas del Estado de Jalisco de 1933, se estableció que el financiamiento de las obras urbanas debía provenir de cuotas asignadas a los propietarios en proporción al beneficio recibido. Estas cuotas tomaban la forma de impuestos y se convertían en deudas personales, sujetas a recargos en caso de incumplimiento. Esta modalidad limitaba el acceso de la población de menores ingresos a las obras públicas, ya que adquirir una deuda resultaba inviable para muchos. Además, la ley indicaba que el Estado no estaba obligado a aportar recursos, sino que lo haría de forma discrecional, dependiendo de la disponibilidad presupuestaria.

Este modelo explicaría por qué la introducción de infraestructura y servicios fue desigual, como sostiene López (1996), al señalar que colonias populares tardaron hasta treinta años en recibir servicios básicos como agua potable y drenaje. Tal fue el caso de la colonia Ferrocarril, fundada en 1925, que ha coexistido históricamente con problemas de inundación.

Posteriormente, la legislación tuvo avances y retrocesos. Por ejemplo, la Ley de Urbanización del Estado de Jalisco de 1940 estipuló que las mejoras públicas no debían concentrarse en un área específica de la ciudad, descuidando otras zonas, sino distribuirse proporcionalmente según las necesidades. También establecía la responsabilidad municipal en el eficiente suministro de servicios básicos. No obstante, en la ley de 1941, aunque se mantenía la indicación contra la concentración de obras, se eliminó la referencia explícita a la obligación municipal de garantizar los servicios, reduciendo su responsabilidad a la de ofrecer un "servicio social". Además, las obras de urbanización fueron clasificadas como de servicio social o de servicio privado, donde las primeras ya no mencionan explícitamente la red de drenaje, diluyendo su obligatoriedad.

En ambos ordenamientos se contemplaba la posibilidad de aplicar un impuesto especial cuando los municipios no pudieran financiar las obras, lo que continuaba restringiendo el acceso de los sectores populares. Cabe destacar también que estas leyes promovieron la concentración de colonias obreras.

Otro aspecto es la diferenciación de los fraccionamientos habitacionales. En el Reglamento y la primera Ley Estatal de Fraccionamientos (1944 y 1953), existía una única categoría: fraccionamientos residenciales. En la ley de 1969 se introdujo la subdivisión en fraccionamientos residenciales y de habitación popular, con diferencias explícitas en los requisitos de urbanización, como el tipo de banquetas, pavimento y ancho de calles. También se estableció que la calidad del pavimento y del alumbrado público sería variable en los fraccionamientos populares, aspecto que antes quedaba sujeto al dictamen del Ayuntamiento.

Un tercer factor es la incorporación del impuesto de plusvalía derivado de las mejoras urbanas. Su origen se remonta a la Ley para el Mejoramiento Urbano de Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan y Chapala de 1948, donde se estableció un impuesto sobre el valor y la mejoría específica de la propiedad, consolidado en la Ley de Planeación y Urbanización del Estado de 1959. Ambos casos destinaban los recursos exclusivamente a la indemnización de predios expropiados.

Este sistema de financiamiento, sumado al esquema de cooperación, permitió a los ayuntamientos cubrir obras urbanas a través de los propios habitantes. Para García (1992), esta política impositiva —"páguese según se vayan realizando las obras"— suplió las carencias presupuestales municipales a costa de los residentes, afectando desproporcionadamente a los sectores de menores ingresos. En colonias como Lomas de Polanco y Oblatos, los colonos manifestaron su inconformidad argumentando que no debían pagar nuevamente por la urbanización, responsabilizando a los

fraccionadores o a los propios ayuntamientos de los errores de planeación (Vázquez, 1989, p. 85).

Un cuarto aspecto es la falta de interés por atender las zonas marginales, en contraste con el impulso económico y político dirigido hacia las áreas de alta plusvalía. La elaboración de planes parciales durante 2003 evidenció este sesgo, ya que la mayoría de los instrumentos consultados estaban enfocados en las zonas de mayor valor económico.

En los planes de 2011 se reconoce el rezago en zonas como el Subdistrito Urbano Balcones, condicionado por su alta densidad poblacional y su deficiente infraestructura y servicios básicos. Se plantea que cualquier intervención deberá considerar políticas y programas acordes con las posibilidades económicas de su población, destacando la necesidad de apoyos dirigidos a quienes perciben menos de dos salarios mínimos.

En contraste, el PMDU paralelo buscaba impulsar las centralidades urbanas de alta concentración de servicios y actividades, dotadas de buena accesibilidad interna y conexión con el resto de la ciudad. Estas centralidades, en general, coinciden con las áreas de mayor actividad económica en torno al centro metropolitano.

Entonces, el desarrollo geográfico desigual ha sido inducido por múltiples factores que, de manera directa o indirecta, han modelado la diferenciación socioespacial del territorio, impactando significativamente en la vulnerabilidad social de la población. Analizar la vulnerabilidad diferencial a partir del desarrollo geográfico desigual permite entender que no todas las personas viven bajo las mismas condiciones y que, en este sentido, el contexto socioeconómico y político resulta determinante.

CONCLUSIONES

Según la visión gubernamental, el 50 % de las inundaciones ocurridas en Guadalajara son provocadas por basura arrojada en las calles que obstruye las alcantarillas. Esta afirmación se repite constantemente en la campaña que el ayuntamiento tapatío promueve cada año durante el temporal de lluvias. Dicho componente se ha convertido en una justificación recurrente del problema, transfiriendo la responsabilidad a la población. Incluso el personal de Protección Civil municipal sostiene y refuerza ese discurso en los medios de comunicación:

La mayoría de las veces, yo creo que el 80 por ciento, el 70 por ciento de las inundaciones se da por el tema de la basura, podemos ver por ejemplo de esta lluvia que se presentó el día sábado, nosotros estuvimos trabajando en la colonia San Carlos, en ese lugar tuvimos la altura de agua de un metro de altura, es increíble que lleguemos nosotros y quitemos basura de la alcantarilla, son cinco, 10, 15 kilos de basura que obstruyeron la boca de tormenta y que no permitió que bajara el agua. (TraficoZMG, 2021)

La participación ciudadana es un factor importante; sin embargo, no debe atribuirse toda la responsabilidad a la población, ya que, aunque la basura fuera el factor determinante, se requeriría que el municipio incrementara y eficientara la capacidad del servicio de aseo público, el cual suele ser insuficiente para la recolección y limpieza fuera de las viviendas, principalmente en las zonas marginadas. Alternativamente, se requeriría apostar por una ciudadanía impecablemente limpia, lo cual resulta poco factible.

El problema tampoco se ha resuelto mediante el incremento de la red de drenaje artificial. Históricamente, esta ha sido la principal estrategia; sin embargo, luego de cada intervención —entre ellas, el Plan de Colectores,

los subcolectores, los vasos reguladores introducidos paulatinamente, y recientemente el Programa Integral de Manejo de Inundaciones (PIMI)—, el problema persiste. Ello se debe, en buena medida, a que la infraestructura anterior no se renueva y continúa sobresaturándose debido al aumento de aguas grises y a la reducción de la superficie permeable. Esta situación resulta alarmante, pues de concretarse la redensificación municipal proyectada para los siguientes años, los problemas de inundación y saturación de la red de drenaje se agravarán.

Otro asunto problemático es el alto costo de las obras, que de cierta manera justifica que los gobiernos locales no puedan intervenir. Por ejemplo, en una declaración de 2018, el alcalde de Guadalajara subrayaba que evitar las inundaciones requeriría una inversión de aproximadamente tres mil millones de pesos, de los cuales apenas se habían invertido 800 millones. Señaló además que "está abierta la unidad en la secretaría federal para poder tener un recurso programado año con año, y vamos a seguir insistiendo en esa gestión" (Del Toro, 2018). De esta forma, el problema queda en un limbo que se hereda con cada cambio de administración.

Es importante reiterar que el problema no son las inundaciones en sí mismas, sino los daños y pérdidas que provocan. Por ello, resulta imprescindible cambiar de perspectiva: las inundaciones no se pueden evitar, pues constituyen un elemento intrínseco del espacio geográfico donde está asentada la ciudad. Desde el enfoque social, se insiste en que la estrategia debe orientarse a reducir las condiciones de vulnerabilidad y exposición de la población —ámbitos donde sí es posible intervenir— en lugar de mantener la tradicional orientación hacia el control de la amenaza.

En este trabajo se plantea que la vulnerabilidad diferencial ante inundaciones está influenciada directamente por la segregación socioespacial y el desarrollo geográfico desigual. Para su análisis, se conformó un índice propio ante la necesidad de integrar las dimensiones requeridas para la evaluación de la vulnerabilidad a inundaciones. A partir del IVIG, se verificó

que la distribución de los sitios de mayor vulnerabilidad corresponde, en general, a zonas habitacionales donde las carencias socioeconómicas han sido históricamente persistentes. Entonces, la idea de la geografía de la vulnerabilidad expuesta por otros autores en diferentes contextos se replica en el municipio de Guadalajara.

Aunque la correspondencia entre los índices de marginación, pobreza y vulnerabilidad a inundaciones fue baja —aproximadamente el 30 % en todas las clases—, el trabajo de campo resultó fundamental. En dicho trabajo se evidenciaron carencias económicas, de infraestructura, servicios y protección social que limitan las posibilidades de las personas para enfrentar las inundaciones. Este hallazgo amerita seguimiento, ya que la escala de análisis de los índices oficiales, aunque realizada con unidades de medición básicas, tiende a generalizar parte de la información por razones de confidencialidad, perdiéndose así el nivel de detalle que sí permite el levantamiento de datos en sitio.

La validación en campo del IVIG demuestra la necesidad de complementar los análisis cuantitativos derivados de los Sistemas de Información Geográfica, especialmente aquellos con aspectos sociales, con herramientas cualitativas. Esto permite contrastar los datos, comprender la realidad de las personas afectadas y determinar las condiciones que influyen en la vulnerabilidad. Ahora que se han identificado las zonas más vulnerables y afectadas con la colaboración de los colonos, la siguiente tarea consistirá en levantar información suficiente para contrastar los datos oficiales con la realidad cotidiana.

Una característica relevante de las inundaciones en Guadalajara es su carácter extensivo, según la definición de la UNDRR (2017). Esta conceptualización permite entender la trascendencia social y económica que los desastres pequeños y medianos tienen sobre el modo de vida de las personas afectadas. Por tanto, esta categoría debería incorporarse en las leyes generales y locales, así como en las distintas dependencias encar-

gadas de gestionar el riesgo de desastre, priorizando a las personas y sus condiciones de vida, más que a la amenaza.

Este concepto también es fundamental en el vocabulario del riesgo. Lavell (1996) propuso la noción de amenazas siconaturales como categoría adicional en la clasificación tradicional, una propuesta que resulta clave para comprender la agencia humana en la construcción social del riesgo. Particularmente en contextos urbanos, donde las malas decisiones repercuten directamente en la degradación ambiental, se compromete el desarrollo sostenible tan invocado en los discursos políticos. En este sentido, la urbanización de Guadalajara ha menospreciado el componente natural del espacio geográfico, a pesar de su reconocimiento en el marco legal. No se han respetado cuerpos de agua, zonas boscosas ni cabeceras de cuenca, entre otros elementos (véase Flores, 2022). La presión ejercida de manera constante sobre los remanentes naturales urbanos y periurbanos acentúa las amenazas actuales e induce nuevas.

Por todo lo anterior, se concluye que interpretar la construcción social del riesgo desde la producción del espacio exhibe que la materialización de condiciones inseguras se realiza a partir de dinámicas socioespaciales que configuran intencionalmente la estructura del espacio urbano. Ese proceso continuo y de larga duración, que en Guadalajara se ha sostenido a lo largo de más de ochenta años, ha sido inducido socialmente por varios factores que condicionan la distribución de la vulnerabilidad y los efectos diferenciales de las inundaciones, entre ellos la segregación socioespacial, el desarrollo geográfico desigual, los intereses de grupos de poder, la flexibilidad de las leyes y la debilidad institucional para ordenar y regular el desarrollo urbano.

La investigación aquí presentada pretendía originalmente demostrar que la distribución de la vulnerabilidad a inundaciones en Guadalajara estaba asociada directamente a la configuración de clases sociales y al acceso diferencial a recursos. Sin embargo, durante el proceso fue necesario

ajustar tal propósito debido a diversas dificultades, entre ellas las limitaciones de los indicadores disponibles y los tiempos requeridos. Se encontró que algunas variables, como el ingreso en salarios mínimos por habitante, no podían ser obtenidas. La alternativa era utilizar el estratificador del INEGI, pero tampoco resultó viable. Otra opción era levantar valores promedio de ingreso mediante encuestas de campo, pero no todas las personas estuvieron dispuestas a proporcionar dicha información.

Además, los indicadores disponibles no se ajustaban al análisis requerido para evaluar la vulnerabilidad, ya que no abarcaban las variables recomendadas por autores reconocidos internacionalmente (Cutter *et al.*, 2003). Por ejemplo, el índice de marginación considera únicamente tres dimensiones (educación, vivienda y disponibilidad de bienes), aunque los datos censales permitirían incorporar hasta nueve dimensiones. Para superar esta limitación, fue necesario elaborar un índice propio, utilizando los índices oficiales únicamente de manera comparativa.

Respecto al acceso diferencial a recursos, desde el enfoque de la vulnerabilidad —particularmente en el trabajo de Wisner— se reconoce que uno de los principales condicionantes de los efectos de los desastres es la marginación de grupos sociales. Sin embargo, el indicador disponible de marginación resultó insuficiente y no se correspondía plenamente con la teoría. Por ello, en esta investigación se optó por enfocarse en los factores que propician la distribución socioespacial de la vulnerabilidad como condición social.

El IVIG, en conjunto con la identificación de los sitios más peligrosos señalados por los propios afectados, permite ubicar las zonas críticas que deberían atenderse prioritariamente, así como las características de la población vulnerable. De este modo, se podrían diseñar políticas y apoyos orientados a fortalecer su capacidad de enfrentar el problema y, en consecuencia, reducir progresivamente las condiciones de vulnerabilidad y exposición.

BIBLIOGRAFÍA

- Akukwe, T. I., y Ogbodo, C.** (2015). Spatial Analysis of Vulnerability to Flooding in Port Harcourt Metropolis, Nigeria. *SAGE Open, January-March*, 1-19.
- Alcántara-Ayala, I., Gómez, C., Chmutina, K., van Niekerk, D., Raju, E., Marchezini, V., Rom Cadag, J., & Gaillard, J.** (2023). *Disaster risk* (1st Edition). Routledge.
- Alvizo Carranza, C.** (2013). La colonia Obrera y la segregación urbana en Guadalajara. *Historia 2.0, III* (6), 9-26.
- Aparicio Mijares, F. J.** (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie* (Segunda edición). Limusa.
- Ayuntamiento de Guadalajara** (s.f.). Atlas de riesgos municipal. <https://mapa.guadalajara.gob.mx/riesgos>. Consultado el 10 de diciembre de 2019.
- Ayuntamiento de Guadalajara.** (2011). Decreto que aprueba el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Guadalajara. *Gaceta Municipal*.
- Birkmann, J.** (2013). Exposure to natural hazards. En P. Brobowski (Ed.), *Encyclopedia of Natural Hazards* (pp. 305-306). Springer.
- Birkmann, J., y Wisner, B.** (2006). *Measuring the Un-Measurable. The challenge of vulnerability*. (No. 5/2006; Studies of the University: Research, Counsel, Education (SOURCE)). UNU Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS).
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., y Wisner, B.** (1994). *At risk. Natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. Routledge.
- Boruff, B. J., Emrich, C. T., y Cutter, S. L.** (2005). Erosion hazard vulnerability of US coastal counties. *Journal of Coastal Research*, 21(5), 932-942.
- Calderón A., G.** (2001). *Construcción y reconstrucción del desastre*. Plaza y Valdés, S. A. de C. V.
- Cannon, T.** (2000). Vulnerability analysis and disasters. En D. J. Parker (Ed.), *Floods*. Routledge.
- Cannon, T., Twigg, J., y Rowell, J.** (2003). *Social vulnerability, sustainable livelihoods and disasters*. (Report to DFID. Conflict Social Vulnerability, Sustainable Livelihoods (CHAD) and Social Vulnerability, Sustainable Livelihoods, p. 63). Department for International Development (DFID).
- CENAPRED.** (2020). *Desastres en México. Impacto social y económico*. Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED.** (2021). *Impacto socioeconómico de los desastres ocurridos en México 2020*. Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Chambers, R.** (1983). *Rural development: Putting the last first*. Longman Inc.
- Chen, W., Cutter, S. L., Emrich, C. T., y Shi, P.** (2013). Measuring social vulnerability to natural hazards in the Yangtze River Delta Region, China. *Int. J. Disaster Risk Sci.*, 4(4), 169-181.
- Collins, T. W.** (2008). The political ecology of hazard vulnerability: Marginalization, facilitation and the production of differential risk to urban wildfires in Arizona's White Mountains. *Journal of Political Ecology*, 15, 21-43.
- CONEVAL.** (2010). *Índice de Pobreza* [Map]. Consejo Nacional de la Evaluación de las Políticas Públicas (CONEVAL).
- CONEVAL.** (2019). *La pobreza urbana en México: un enfoque geoespacial*. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_urbana/Documentos_metodologicos/Nota_tecnica.pdf. Consejo Nacional de la Evaluación de las Políticas Públicas (CONEVAL).
- CRED y UNDRR.** (2020). *The Human Cost of Disasters-An overview of the last 20 years 2000-2019* (p. 17). Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) y United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
- Cruz Solís, H.** (2015). Dinámica espacial y de población del área metropolitana de Guadalajara. En E. Jiménez H. y H. Cruz S. (Eds.), *Colonias populares consolidadas en el área metropolitana de Guadalajara. Retos y oportunidades* (pp. 23-43). Universidad de Guadalajara.
- Cruz Solís, H., Palomar Anguas, M. del P., y Cabrales Barajas, L. F.** (2000). Sistematización de la producción de suelo urbano en la Zona Metropolitana de Guadalajara mediante la implementación de un SIG. En *Tecnologías Geográficas para el Desarrollo Sostenible* (pp. 690-710). Departamento de Geografía.

- Cutter, S. L.** (1996). Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 20(4), 529-539.
- Cutter, S. L.** (2006). *The geography of social vulnerability: Race, class, and catastrophe*. <http://understandingkatrina.ssrc.org/Cutter/>
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., y Shirley, W. L.** (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261.
- Del Toro, I.** (2018). Evitar inundaciones en Guadalajara requiere tres mil mdp, refieren. https://www.notisistema.com/noticias/evitar-inundaciones-en-guadalajara-requiere-tres-mil-mdp-refieren/?fbclid=IwAR1XKh7BdrfjVfoSNREo_dXJnh8yaQA7Csdzbr7BM41T20uueWkRbBUU5F8
- De la Torre, R.** (1998). Guadalajara vista desde la calzada: Fronteras culturales e imaginarios urbanos. *Alteridades*, 8(15), 45-55.
- De Loyola Hummell, B., Cutter, S. L., y Emrich, C. T.** (2016). Social vulnerability to natural hazards in Brazil. *Int J Disaster Risk Sci*, 7, 111-122.
- Díaz Galindo, S.** (1945). La hidrología del Valle de Guadalajara. En *Historia y geografía de Guadalajara: Vol. Vol. II*. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.
- ESRI.** (s.f.) ArcGIS Pro: Métodos de clasificación de datos. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm>. Consultado el 1 de junio de 2020.
- Fausto B., A.** (2015). De asentamientos informales a colonias populares consolidadas. En E. Jiménez H. y H. Cruz S. (Eds.), *Colonias populares consolidadas en el área metropolitana de Guadalajara. Retos y oportunidades*. (pp. 44-71). Universidad de Guadalajara.
- Fernandez, P., Mourato, S., y Moreira, M.** (2016). Social vulnerability assessment of flood risk using GIS-based multicriteria decision analysis. A case study of Vila Nova de Gaia (Portugal). *Natural Hazards and Risk*, 7(4), 1367-1389.
- Flores Durán, J. de J.** (2017). *¡Y eso es todos los años! Conviviendo con las inundaciones en Guadalajara* [Tesis de maestría no publicada]. El Colegio de Michoacán, A. C.
- Flores Durán, J. de J.** (2022). *La geografía de la vulnerabilidad: Construcción social del riesgo y distribución socioespacial de la vulnerabilidad a inundaciones en Guadalajara*. [Tesis doctoral no publicada]. Universidad de Guadalajara.
- Flores Durán, J. de J., y Torres Rodríguez, A.** (2019). La vulnerabilidad a desastres y su relación con el desarrollo geográfico desigual. *Revista El Topo*, 10, 10-37.
- Frigerio, I., Carnelli, I., Carbinio, M., y de Amicis, M.** (2018). Spatiotemporal Pattern of Social Vulnerability in Italy. *Int J Disaster Risk Sci*, 9, 249-262.
- García Acosta, V.** (2018). Vulnerabilidad y desastres: Génesis y alcances de una visión alternativa. En M. González de la R. y G. Andrés S. (Eds.), *Pobreza y vulnerabilidad: Debates y estudios contemporáneos en México*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS).
- García R., B.** (1992). La política urbana de Guadalajara. En J. Arroyo y L. Velázquez, *Guadalajara en el umbral del siglo XXI* (pp. 377-407). Universidad de Guadalajara.
- Gómez Sustaita, G., de Híjar Ornelas, T., y Loza Márquez, I.** (2005). *Jardines del Bosque. Barragán y el hábitat 1955-2005*. Ayuntamiento de Guadalajara.
- Harvey, D.** (1977). *Urbanismo y desigualdad social* (M. González, Trad.; Título original: Social justice and the city [1973]). Siglo XXI de España Editores, S. A.
- Harvey, D.** (2018). *Justicia, naturaleza y la geografía de la diferencia* (J. M. Amoroto, Trad.; Título original: Justice, nature and the geography of difference [1996]). Instituto de Altos Estudios Nacionales del Ecuador (IAEN) y Traficantes de Sueños.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. del P.** (2014). *Metodología de la investigación* (6a. edición). McGraw-Hill.
- Hewitt, K.** (Ed.). (1983a). *Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology*. Allen y Unwin Inc.
- Hewitt, K.** (1983b). The idea of calamity in a technocratic age. En K. Hewitt (Ed.), *Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology* (pp. 3-32). Allen y Unwin Inc.
- Hewitt, K.** (1997). *Regions of risk. A geographical introduction to disasters*. Pearson.

- Hewitt, K., y Burton, I. (1971). *The hazardousness of place: A regional ecology of damaging events*. University of Toronto.
- IFRC. (2010). *Focus on urban risk* (World Disasters Report). International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
- Ignacio, J. A., Cruz, G. T., Nardi, F., y Henry, S. (2015). Assessing the effectiveness of a social vulnerability index in predicting heterogeneity in the impacts of natural hazards: Case study of the Tropical Storm Washi flood in the Philippines. *Vienna Yearbook of Population Research*, 13(Special issue on Demographic differential vulnerability to climate-related disasters), 91-129.
- IIEG. (2015). *Ubicación de sitios con mayor peligro a inundación en la Zona Metropolitana de Guadalajara* (pp. 1-7). Instituto de Información Estadística y Geográfica.
- IIEG. (2018). *Guadalajara. Diagnóstico municipal*. (pp. 3-33). Instituto de Información Estadística y Geográfica.
- IMEPLAN. (2021). Mapa Único de Inundaciones. Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara.
- INEGI. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010* [CSV]. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
- INEGI. (2017a). *Conjunto de datos vectoriales de información topográfica. Jalisco* [SHP]. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
- Jaramillo, M., y Saucedo, A. (2016). "De la Calzada para allá": Fronteras materiales y simbólicas de desigualdad, segregación y estigmatización en la ciudad de Guadalajara. En *La agenda emergente de las ciencias sociales. Conocimiento, crítica e intervención*. (pp. 77-105). Consejo Mexicano de las Ciencias Sociales, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara.
- Lavell, A. (1996). Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: Hacia la definición de una agenda de investigación. En *Ciudades en riesgo. Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*. (pp. 12-42). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).
- Ley de cooperación, planeación y obras públicas del Estado de Jalisco, núm. 3831, Congreso del Estado de Jalisco (1933).

- Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco, núm. 15097, Congreso del Estado de Jalisco (1993).
- Ley de Fraccionamientos Urbanos, núm. 5873, Congreso del Estado de Jalisco (1953).
- Ley de Planeación y Urbanización del Estado, núm. 7416, Congreso del Estado de Jalisco (1959).
- Ley de Urbanización, núm. 4702, Congreso del Estado de Jalisco (1940).
- Ley Estatal de Fraccionamientos, núm. 7618, Congreso del Estado de Jalisco (1961).
- Ley Estatal de Fraccionamientos, núm. 8466, Congreso del Estado de Jalisco (1969).
- Ley para el mejoramiento Urbano de Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan y Chapala, núm. 5242, Ley para el mejoramiento Urbano de Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan y Chapala (1947).
- López, F. (2021). TraficoZMG. Noticias: Tiene Guadalajara 141 puntos susceptibles a inundación. <https://traficozmg.com/2021/05/tiene-guadalajara-141-puntos-susceptibles-a-inundacion/>
- López Moreno, E. (1996). *La vivienda social: Una historia*. Red Nacional de Investigación Urbana.
- López Moreno, E. (2001). *La cuadrícula en el desarrollo de la ciudad hispanoamericana, Guadalajara, México*. Universidad de Guadalajara, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente.
- Marchezini, V., y Wisner, B. (2017). Challenges for vulnerability reduction in Brazil: Insights from the PAR framework. En *Reduction of vulnerability to disasters: From knowledge to action* (pp. 57-96). RIMa Editora.
- Martínez Réding, F. (1977). *Las obras que no se ven. Colectores de Guadalajara*. Gobierno del Estado de Jalisco.
- Mavhura, E., Manyena, B., y Collins, A. E. (2017). An approach for measuring social vulnerability in context: The case of flood hazards in Muzarabani district, Zimbabwe. *Geoforum*, 86, 103-117.
- Merlo Chávez, C. J. (2014). *Índice de vulnerabilidad social de las comunidades expuestas a amenazas tectónicas vinculadas al graben de Acambay, México*. [Tesis de licenciatura]. Universidad de Colima.
- Núñez Miranda, B. (1995). Conformación socio-espacial de Guadalajara entre 1910 y 1990. En Á. Jiménez Pelayo, J. Olveda, y B. Núñez Miranda (Eds.), *El crecimiento urbano de Guadalajara*. El Colegio de Jalisco.

- OECD. (2013). *OECD Reviews of risk management policies: Mexico 2013. Review of the Mexican Civil Protection System*. Organización para la Educación, la Cultura y el Desarrollo.
- O'Keefe, P., Westgate, K., y Wisner, B. (1976). Taking the naturalness out of natural disasters. *Nature*, 260(15), 566-568.
- Oliver-Smith, A., Alcántara-Ayala, I., Burton, I., y Lavell, A. (2016). *Investigación Forense de Desastres (FORIN). Un marco conceptual y guía para la investigación* (Título original: Forensic Investigations of Disasters (FORIN). A conceptual framework and guide to research [2016]). Integrated Research on Disaster Risk/Instituto de Geografía, UNAM.
- ONU-Hábitat. (2016). *Reporte de las ciudades del mundo 2016. Urbanización y desarrollo. Futuros emergentes*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.
- Pelling, M. (1999). The political ecology of flood hazard in urban Guyana. *Geoforum*, 30, 249-261.
- Pelling, M. (Ed.). (2003a). *Natural disasters and development in a globalizing world*. Routledge.
- Pelling, M. (2003b). *The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience*. Earthscan Publications Ltd.
- Pelling, M. (2011b). *The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience*. Earthscan Publications Ltd.
- Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada de Guadalajara (POZCG) 1982.
- Quarantelli, E. L. (1986). What should we study? Questions and suggestions for researchers about the concept of disasters. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 5(1), 7-32.
- Reglamento sobre Fraccionamientos de Terrenos en Guadalajara, Ayuntamiento de Guadalajara (1944).
- Ruiz Velazco Castañeda, A. H. (2005). Mapa social de Guadalajara. *Geocalli. Cuadernos de geografía*, 6(12), 1-106.
- Schmidtlein, M. C., Deutsch, R. C., Piegorsch, W. W., y Cutter, S. L. (2008). A sensitivity analysis of the social vulnerability index. *Risk Analysis*, 28, 1099-1114.
- Sebald, C. (2010). *Towards an integrated flood vulnerability index. A flood vulnerability assessment* [Tesis de maestría]. University of Twente.
- SEMARNAT y CONAGUA. (2017). *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento* (p. 234). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua.
- SIAPA. (2017). "Programa de Manejo Integral de Agua Pluvial (PROMIAP)" y "Plan Integral de Manejo de Inundaciones (PIMI)". Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado. <http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/doc-trans/1.-antecedentes-promiap-pimi.pdf>
- SMN. (s.f.). Normales Climatológicas por Estado: Jalisco. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=jal>. Consultado el día 27 de abril de 2019.
- Suárez Plascencia, C. (2011). *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guadalajara 2011* (Número de expediente: PP11/1403639/AE/1/092, número de obra: 114039PP032356). Ayuntamiento de Guadalajara y Universidad de Guadalajara.
- Susman, P., O'Keefe, P., y Wisner, B. (1983). Global disasters, a radical interpretation. En K. Hewitt (Ed.), *Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology* (pp. 263-283). Allen y Unwin Inc.
- Tomaszewski, B. (2014). *Geographic Information Systems (GIS) for Disaster Management*. CRC Press.
- Turner II, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., y Shiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 100(14), 8074-8079.
- University of South Carolina (s. f.). The SoVI® Recipe. https://sc.edu/study/colleges_schools/artsandsciences/centers_and_institutes/hvri/data_and_resources/sovi/sovi_recipe/

- UNDP.** (2004). *Reducing disaster risk: A challenge for development* (A global report, p. 162). United Nations Development Programme.
- UNDRR.** (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction* (p. 472). United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
- UNDRR.** (2021). *Desafíos para la reducción del riesgo de desastres y avances para el cumplimiento de las metas del Marco Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030). Síntesis de hallazgos.* (Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe., p. 22). United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).
- UNISDR.** (2004). *Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres.* United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR.** (2009a). *Riesgo y pobreza en un clima cambiante. Invertir hoy para un mañana más seguro* (Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, p. 236). United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR.** (2009b). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres.* United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR.** (2011). *Revelar el riesgo, replantear el desarrollo* (Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, p. 204). United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR.** (2013). *Del riesgo compartido a un valor compartido: Un argumento empresarial a favor de la reducción de los desastres* (Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (GAR)). United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR.** (2015a). *Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastres.* (Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (GAR)). United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR.** (2015b). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.* United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR.** (2016). *Terminology related to Disaster Risk Reduction* (pp. 1-42). United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- Valdivia Ornelas, L., y Castillo Aja, M.** (2014). *Los peligros naturales en Jalisco. Estudio histórico de sus impactos territoriales.* Universidad de Guadalajara.
- Vázquez, D.** (1989). *Guadalajara: Ensayos de interpretación.* El Colegio de Jalisco.
- Vázquez, D.** (1992). La urbanización de Guadalajara. En L. Rendón García (Ed.), *Capítulos de historia de la ciudad de Guadalajara* (Vol. 1, pp. 38-70). Ayuntamiento de Guadalajara.
- Walters, V., y Gaillard, J. C.** (2014). Disaster risk at the margins: Homelessness, vulnerability and hazards. *Habitat International*, 44, 211-219.
- Watts, M.** (1983). On the poverty of theory: Natural hazards research in context. En K. Hewitt (Ed.), *Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology* (pp. 231-262). Allen y Unwin Inc.
- Wijkman, A., y Timberlake, L.** (1984). *Natural disasters: Acts of God or acts of man?* Earthscan.
- Wilder, J. A.** (2018). *Operationalizing the Pressure and Release theoretical framework using risk ratio analysis to measure vulnerability and predict risk from natural hazards in the Tampa, FL Metropolitan Area* [Tesis doctoral]. University of South Florida.
- Wisner, B.** (2009). Vulnerability. En R. Kitchin y N. Thrift (Eds.), *International Encyclopedia of Human Geography: Vol. XII* (pp. 176-182). Elsevier Ltd.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., y Davis, I.** (2003). *At risk. Natural hazards, people's vulnerability and disasters* (Segunda edición). Routledge.
- Wisner, B., Gaillard, J. C., y Kelman, I.** (2012). Framing disaster. Theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk. En *The Routledge Handbook of hazards and disaster risk reduction* (pp. 18-33). Routledge.
- Wisner, B., Alcántara-Ayala, I., Gaillard, J. C., Kelman, I., & Marchezini, V.** (2025). Understanding and addressing disaster risk: Who speaks? Who suffers? Routledge.
- Wygant, M. M.** (2014). *A place vulnerability analysis of changing flood risk in Grand Forks, North Dakota: 1990-2010* [Tesis de maestría]. University of North Dakota. ASF. (s/f). Evaluación número 1647 "Evaluación de la política pública de protección civil" (p. 216). Auditoría Superior de la Federación. Cámara de diputados.

ANEXOS

ANEXO 1. Variables utilizadas para realizar el Índice de Vulnerabilidad

FACTOR/ DIMENSIÓN	CLAVE	ETIQUETA	CORRESPONDENCIA CON SOVI	INFLUENCIA	RELACIÓN
EDAD	POB2.4	Población de 0 a 5 años	SI	+	A mayor población menor de 5 años, mayor vulnerabilidad.
	POB24	Población de 65 años y más	SI	+	Mientras más grande sea la población mayor de 65 años, mayor su vulnerabilidad.
GÉNERO	POB31	Población femenina	SI	+	A mayor porcentaje de población femenina, mayor vulnerabilidad.
	POB57	Población masculina	SI	-	A mayor porcentaje de población masculina, menor vulnerabilidad.
DISCAPACIDAD	DISC1	Población con discapacidad.	SI	+	A mayor porcentaje de población con discapacidad, mayor vulnerabilidad.
	DISC14	Población con limitación en la actividad derechohabiente a servicios de salud	No	+	A mayor población limitada a servicios de salud, mayor vulnerabilidad.
ETNIA	IND1	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	SI	+	A mayor población indígena, mayor vulnerabilidad.
EDUCACIÓN	EDU19	Población de 8 a 14 años que sabe leer y escribir	SI	-	A mayor población alfabetizada, menor vulnerabilidad.
	EDU31	Población de 15 años y más sin escolaridad	SI	+	A mayor población sin escolaridad, mayor vulnerabilidad.
	EDU34	Población de 15 años y más con educación básica Incompleta	SI	+	A mayor población con educación básica Incompleta, mayor vulnerabilidad.
ESTATUS DE EMPLEO	ECO1	Población económicamente activa	SI	-	A mayor población económicamente activa, menor vulnerabilidad.
	ECO4	Población ocupada	SI	-	A mayor población ocupada, menor vulnerabilidad.
	ECO7	Población ocupada de 12 años y más sin escolaridad	SI	+	A mayor población de más de 12 años sin escolaridad, mayor vulnerabilidad.
DEPENDENCIA SOCIAL	ECO31	Población de 12 años y más no económicamente activa pensionada (a) o jubilada (a)	SI	+	A mayor población pensionada o jubilada, mayor vulnerabilidad.
SERVICIOS MÉDICOS	SALUD1	Población derechohabiente a servicios de salud	SI	-	A mayor población menor con derecho a servicios de salud, mayor vulnerabilidad.
ESTRUCTURA FAMILIAR	HOGAR7	Hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	No	+	A mayor cantidad de hogares con jefe menor de 30 años, mayor vulnerabilidad.
	HOGAR10	Población en hogares censales con jefa (e) menor de 30 años	NO	+	A mayor cantidad de población en hogares con jefe menor de 30 años, mayor vulnerabilidad.
	HOGAR19	Hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	NO	+	A mayor cantidad de hogares con jefe de más de 60 años, mayor vulnerabilidad.
	HOGAR22	Población en hogares censales con jefa (e) de 60 años y más	NO	+	A mayor cantidad de población en hogares con jefe menor de 30 años, mayor vulnerabilidad.
	VIV2	Viviendas particulares habitadas	NO	+	A mayor porcentaje de viviendas habitadas, mayor vulnerabilidad.
	VIV9	Viviendas particulares habitadas con más de 2.5 ocupantes por dormitorio	SÍ	+	A mayor porcentaje de viviendas habitadas con más de 2.5 habitantes por dormitorio, mayor vulnerabilidad.
	VIV14	Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	SÍ	-	A mayor porcentaje de viviendas habitadas que disponen de luz eléctrica, menor vulnerabilidad.
	VIV16	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	SÍ	-	A mayor porcentaje de viviendas habitadas que disponen de agua entubada, menor vulnerabilidad.
	VIV22	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	SÍ	-	A mayor porcentaje de viviendas habitadas que disponen de drenaje, menor vulnerabilidad.
	VIV28	Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	NO	-	A mayor porcentaje de viviendas habitadas que disponen de automóvil o camioneta, menor vulnerabilidad.

FUENTE: elaboración propia con base en Cutter et al. (2003), datos del INEGI (2010)

ANEXO 2. Muestra de la tabla raíz

FID	CVGEDO	X= POB2.4	Y= X - σ	Z= Y - m	Puntuación= Z / M	X= POB24	Y= X - σ	Z= Y - m	Puntuación= Z / M	IV
0	1403900010026	48	-12507	42	0.000020	95	-184	92	0.110577	8.870851
1	1403900010030	8222	-4333	8216	0.003826	434	155	431	0.518029	8.784148
2	140390001005A	78	-12477	72	0.000034	313	34	310	0.372696	9.882329
3	1403900010064	164	-12391	158	0.000074	431	152	428	0.514423	9.902386
4	1403900010083	458	-12097	452	0.000210	552	273	549	0.659856	10.454194
5	1403900010115	214	-12341	208	0.000097	574	295	571	0.686298	9.895643
6	1403900010134	260	-12295	254	0.000118	389	110	386	0.463942	9.850893
7	1403900010149	195	-12360	189	0.000088	507	228	504	0.605769	9.546469
8	1403900010153	288	-12267	282	0.000131	480	201	477	0.573317	9.387877
9	1403900010191	240	-12315	234	0.000109	222	-57	219	0.263221	9.701805
10	1403900010204	313	-12242	307	0.000143	189	-90	186	0.223558	9.770707
11	1403900010223	309	-12246	303	0.000141	222	-57	219	0.263221	10.086605
12	1403900010238	584	-11971	578	0.000269	410	131	407	0.489183	10.823816
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
435	1403900015629	511	-12044	505	0.000235	196	-83	193	0.231971	10.557733
437	1403900015648	178	-12377	172	0.000080	160	-119	157	0.188702	8.922759
438	1403900015652	97	-12458	91	0.000042	380	101	377	0.453125	9.677011
439	1403900015667	417	-12138	411	0.000191	74	-205	71	0.085337	6.955690
440	1403900015671	393	-12162	387	0.000180	83	-196	80	0.096154	8.452263
	Máximo= M	2147366	2134811	2147360	1	835	556	832	1	13.465940
	Mínimo= m	6	-12549	0	0	3	-276	0	0	6.955690
	Media= \bar{x}	12555	0	12549	0	279	0	276	0	10
	Desv= σ	145246.5083	145246.5083	145246.5083	0.067639571	149.3177527	149.3177527	149.3177527	0.179468453	0.7595642

FUENTE: elaboración propia.



Universidad de Guadalajara

RECTORA GENERAL
Mtra. Karla Alejandrina Planter Pérez

VICERRECTORÍA EJECUTIVA
Dr. Héctor Raúl Solís Gadea

SECRETARÍA GENERAL
Mtro. César Antonio Barba Delgadillo

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño

Dra. Isabel López Pérez
RECTORA DEL CENTRO

Dra. Alejandra Robles Delgado Romero
SECRETARÍA ACADÉMICA

Dr. Everardo Partida Granados
SECRETARÍA ADMINISTRATIVA

Dr. Ramón Reyes Rodríguez
DIVISIÓN DE DISEÑO Y PROYECTOS

Dr. Jose Luis Aguila Flores
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS URBANÍSTICOS

La geografía de la vulnerabilidad a inundaciones

en Guadalajara, Jalisco

de José de Jesús Flores Durán

Se terminó de editar en diciembre de 2025, en Estudio Tangente, SC,
Valle del Volga 1705, Col. Jardines del Valle, C.P. 45138

La edición estuvo al cuidado del autor y el diseño editorial
a cargo de Estudio Tangente, SC.

Para su elaboración se utilizaron las familias tipográficas Scansky ,
y la diagramación en Adobe InDesign.

Un e-book / PDF.

↘
dcts.cuaad.udg.mx

Este libro es también reflejo del espíritu que anima al Doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad del Centro Universitario de Arte y Arquitectura (CUAAD) de la Universidad de Guadalajara: formar investigadores capaces de dialogar entre disciplinas, de interrogar críticamente los procesos territoriales y de imaginar alternativas para sociedades más equitativas.

Confío en que este trabajo, más allá de enriquecer los debates académicos, inspire acciones colectivas, políticas públicas y procesos comunitarios que reconozcan el derecho a la ciudad como un derecho humano fundamental.

Que este libro sea, para quienes lo lean, una invitación a mirar nuestras ciudades con ojos más críticos, y a asumir con esperanza el reto de transformarlas en ciudades más amigables, asequibles e igualitarias para sus habitantes.

ISBN: 978-6-07581-863-4

PDF

