

# Vulnerabilidad en la ciudad costera: modelo de prevención del riesgo hidrometeorológico

## *Vulnerability in the Coastal City: A Hydrometeorological Risk Prevention Model*

Jorge López Ortiz  
Programa de Doctorado en Urbanismo,  
UNAM  
jorge\_lebeau@hotmail.com

DOSSIER

### Resumen

El daño que generan los fenómenos hidrometeorológicos al territorio mexicano, en particular a la ciudad de Veracruz, se inserta en los procesos de construcción del riesgo asociados al calentamiento global y se agudiza a través de las particularidades del territorio y de las formas de habitarlo. En el contexto de la planificación de una ciudad costera, el diseño del modelo de prevención integral de riesgos detona estrategias de mitigación hacia entornos urbanos habitables y dota de herramientas de decisión a las comunidades expuestas. Construir un modelo de decisión permite responder en materia preventiva ante los efectos que las amenazas como los huracanes e inundaciones generan en las ciudades costeras.

**Palabras clave:** urbanismo, gestión integral de diseño, inundaciones urbanas, planificación urbana, prevención de riesgos

### Abstract

*The damage done by hydrometeorological phenomena in Mexican territory, particularly the port city of Veracruz, occurs in the context of the construction of risk associated with global warming and is aggravated by specific characteristics of the territory and ways of inhabiting it. In the context of planning for a coastal city, the design of a comprehensive risk prevention model gives rise to mitigation strategies, creating habitable urban environments and providing at-risk communities with decision-making tools, thus allowing for preventive responses to threats such as hurricanes and flooding in coastal cities.*

**Keywords:** urbanism, integral design management, urban floods, risk management, urban management, risk prevention

Fecha de recepción: 31 de enero de 2020  
Fecha de aceptación: 22 de mayo de 2020

DOI: 10.22201/fa.2007252Xp.2020.21.76538

El caso de la incidencia y destrucción que han causado los fenómenos hidrometeorológicos<sup>1</sup> al territorio mexicano, en particular al estado de Veracruz, se inserta en los procesos de construcción del riesgo asociados al calentamiento global, efectos que se intensifican por medio de las características del territorio y de las formas en que se habita. El paso de los huracanes sobre las ciudades costeras tiene efectos sobre los modos de vida de las poblaciones, las cuales coexisten en entornos expuestos o vulnerables al riesgo, sistemas e infraestructuras que se ven superadas por los efectos de los fenómenos y programas de gestión del fenómeno rebasados por la complejidad de estos y su relación con el territorio.

La prevención,<sup>2</sup> como eje principal en la gestión de los riesgos, requiere de estrategias integrales, que inserten el conocimiento de la complejidad de los entornos naturales y su capacidad de reducir el impacto que los fenómenos generan sobre las poblaciones urbanas. Los desastres hidrometeorológicos son responsables del 90% de las pérdidas totales (en daños a infraestructura urbana y vivienda) causadas por los desastres en todo el mundo. Entre 1970 y 2012, eso significó pérdidas económicas por 2.4 millones de dólares y dos millones de muertos.<sup>3</sup> La población del estado de Veracruz está expuesta a estas amenazas hidrometeorológicas y a riesgos asociados a las inundaciones. Dicha entidad tiene una relación estrecha con el agua; cuenta con el 35% de toda el agua superficial de México, la cual escurre a través de 12 cuencas y más de cinco mil ríos y arroyos, con una precipitación mensual de más de 1400 mm. Se trata de un territorio con más de 24 ríos, además de contar con lagunas y cuerpos de agua que representan un patrimonio natural importante que beneficia a sus habitantes. Sin embargo, el crecimiento irregular y sin planificación de los asentamientos humanos generan condiciones de riesgo.

- 1 Fenómeno hidrometeorológico es un elemento asociado a procesos naturales de tipo atmosférico, relacionado al ciclo del agua, los vientos, las variaciones en la presión y zonas térmicas. Se asocia a desastres vinculados a las precipitaciones. SEDATU, *Atlas de riesgos. Riesgos naturales de origen geológico, vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico* (México: SEDATU, 2013). Disponible en: [www.municipium.mx/atlasderiesgos/sanmigueldeallende/vulnerabilidad.php](http://www.municipium.mx/atlasderiesgos/sanmigueldeallende/vulnerabilidad.php) [consultada el 22 de mayo de 2017].
- 2 Actividades tendientes a evitar el impacto adverso de amenazas, y medios empleados para minimizar o reducir los desastres ambientales, tecnológicos y biológicos relacionados con dichas amenazas.
- 3 Banco Mundial. *Pronóstico de las catástrofes: Cómo la inversión en servicios meteorológicos puede salvar vidas y hacer crecer las economías* (Estados Unidos: Banco Mundial, 2017). Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/03/23/forecasting-for-catastrophes-how-investment-in-weather-services-can-save-lives-and-grow-economies> [consultada el 10 de enero de 2020].

Año	Nombre	Categoría Saffir Simpson	Fecha	Costo en estado de Veracruz*
2010	Alex	2	25/junio/2010	24,679'800
2010	Karl	3	14/septiembre/2010	
2011	Arlene	Tormenta tropical	29/junio/2011	3,064'550
2011	Harvey	Tormenta tropical	19/agosto/2011	
2012	Helene	Tormenta tropical	9/agosto/2012	
2012	Nate	Tormenta tropical	7/septiembre/2012	
2012	Ernesto	1	1/agosto/2012	5,832'642
2013	Barry	Tormenta tropical	17/junio/2013	4,530'600
2013	Fernand	Tormenta tropical	25/agosto/2013	528,000
2013	Ingrid	1	12/septiembre/2013	290,400
2014	Dolly	Tormenta tropical	1/septiembre/2014	49,866
2014	Hanna	Tormenta tropical	21/octubre/2014	
2016	Danielle	Tormenta tropical	21/junio/2016	
2016	Earl	1	2/agosto/2016	269,400
2017	Franklin	1	7/agosto/2017	
2017	Katia	2	5/septiembre/2017	

Tormentas tropicales en el estado de Veracruz desde 2010 a 2017.<sup>4</sup>

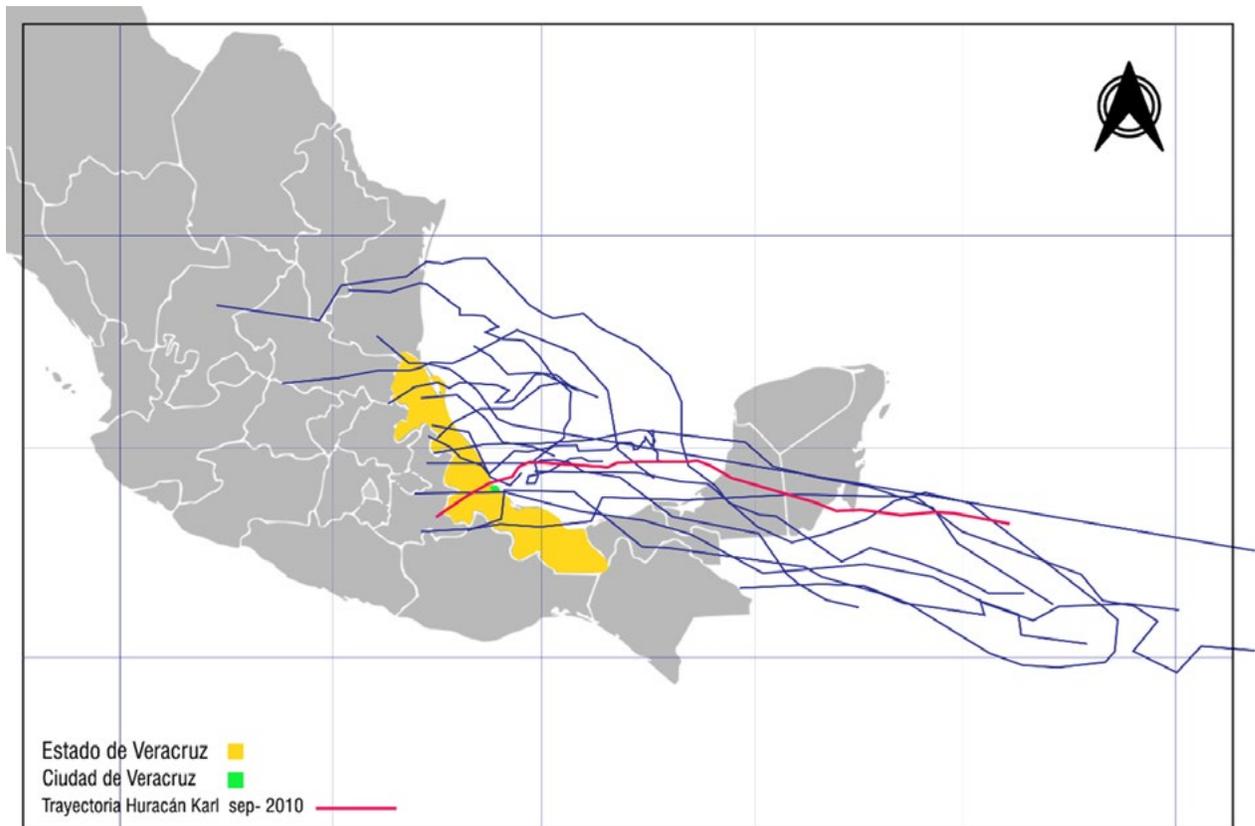
\* Costo anual en pesos mexicanos con afectaciones directas en el estado y, en el caso de 2010, se suman los eventos de Alex y Karl.<sup>5</sup>

El estado es un territorio expuesto a fenómenos climáticos: de 2010 a 2017 –con excepción de 2015– el territorio veracruzano fue afectado por al menos un huracán;<sup>6</sup> estas afectaciones van desde daños severos a precipitaciones en periodos largos. Es importante tomar en consideración que algunas tormentas tropicales causaron daños a la entidad veracruzana por sus efectos, pero nunca tocaron la llanura costera, por lo que también es necesario entender la forma en que estos eventos generan cambios en el entorno de forma directa e indirecta.

4 UNISYS, *Unisys weather forecast. Hurricane/Tropical Data* (Estados Unidos: UNISYS, 2018). Disponible en: <http://weather.unisys.com/hurricane/index.php> [consultada el 1° de abril de 2018].

5 CENAPRED, *Datos abiertos Cenapred. impacto socioeconómico de desastres de 2000 a 2015* (México: CENAPRED, 2016). Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/impacto-socioeconomico-de-desastres-de-2000-a-2015> [consultada el 10 de septiembre de 2017].

6 Jessica Luna, *Danielle 2016* (México, CONAGUA, 2016).



Trayectorias de ciclones de Veracruz (UTM) de 2010 a 2017. Elaboración del autor, con base en datos de UNISYS.

El huracán Karl, con categoría 3 en escala Saffir-Simpson,<sup>7</sup> impactó el estado de Veracruz en 2010. Su paso afectó 94 municipios en la región centro y sur, con daños en 1400 localidades y 120 mil viviendas. Resultó un evento atípico por el nivel de impacto, al desbordarse el río Coatzacoalcos y parte del río Jamapa. Las inundaciones duraron más de dos semanas; dañaron infraestructura carretera y mostraron deficiencias en los programas de protección civil estatal y federal.<sup>8</sup>

Las ciudades se encuentran en constante cambio, sus habitantes y entornos experimentan transformaciones con el paso del tiempo debido a los modos de vida y a las actividades que se llevan a cabo para generar condiciones habitables. Sin embargo, estas acciones han dejado de lado sus ecosistemas y su territorio, y han descartado el potencial que la dinámica de estos entornos presta a las comunidades, como servicios ambientales y el carácter que define la identidad de la ciudad y de sus habitantes mediante el paisaje. Los modos de habitar las ciudades se alejan de la relación cordial con los entornos naturales que se encuentran dentro de los procesos

<sup>7</sup> DOC, *Ciclones tropicales, Guía de preparación* (Estados Unidos: Departamento de comercio de EU, 2013).

<sup>8</sup> Germán Martínez, "De las inundaciones 2010", *La Jornada Veracruz*, 3 de agosto de 2011, sección Política. Disponible en: [http://www.jornadaveracruz.com.mx/Post.aspx?id=110803\\_214555\\_822](http://www.jornadaveracruz.com.mx/Post.aspx?id=110803_214555_822) [consultada el 20 de mayo de 2017].

urbanos y de la ciudad misma, por lo que se han generado condiciones de vulnerabilidad<sup>9</sup> que recaen sobre las comunidades que las habitan.

Veracruz es una de las ciudades de México con mayor importancia debido a su historia, a las actividades económicas e industriales –en parte al puerto artificial–, a sus riquezas naturales como los sistemas lagunares interdunarios y al parque arrecifal veracruzano, su cultura y tradiciones. En el aspecto urbano, es trascendente la relación de la población de la ciudad con los ecosistemas, la costa y los servicios ambientales de los que dependen las actividades que se llevan a cabo; esta relación del habitante con el hábitat ha generado condiciones de vulnerabilidad que se traducen en la exposición ante inundaciones generadas por intensas lluvias, tormentas tropicales y huracanes.

Como ciudad costera, Veracruz está expuesta a los efectos de los huracanes y tormentas tropicales. Cada año, las lluvias inundan la ciudad; a pesar de que se han evitado muertes, los costos por la recuperación de los daños son cada vez más altos, ya que la acción se enfoca en la emergencia y no se enfatiza la importancia que conlleva la prevención del riesgo. Se ha entendido la importancia de establecer acciones de mitigación, sin embargo, deben ejecutarse de forma integral; es necesario identificar los factores con mayor relevancia dentro del proceso de desarrollo de modelos de prevención aplicables en un territorio en constante transformación.

El estado del arte indica que el enfoque de prevención de riesgos dentro de las políticas de ordenamiento territorial no está consolidado. Hay una indefinición en la normatividad con el uso de términos y no se distingue entre la gestión de la prevención con la emergencia o el desastre, así como la vinculación del territorio y su comportamiento como elemento primordial en las guías de acción en el manejo urbano y la visión de integración sistémica en la construcción del riesgo. Para la ciudad de Veracruz, el diseño de un modelo de gestión integral de prevención de riesgos ante impactos de fenómenos hidrometeorológicos tiene el potencial de desarrollo de estrategias de mitigación para generar entornos habitables, con la capacidad de convivir con los cambios en el territorio y la naturaleza.

Dentro de la perspectiva del urbanismo, es necesario el desarrollo de un modelo de decisión de prevención integral que asuma los procesos que intervienen en el desarrollo de la ciudad de forma sistemática, diferenciada y cíclica, con el objeto de establecer estrategias de manejo que busquen mitigar el riesgo en zonas expuestas y doten de herramientas a los grupos vulnerables para entender la complejidad del comportamiento del territorio donde habitan.

9 El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) define vulnerabilidad como el grado de susceptibilidad de un sistema para afrontar efectos adversos del cambio climático, en especial, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos; puntualiza que depende del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático al que se exponga un sistema y capacidad de adaptación. Adalberto Tejeda, *Inundaciones 2010* (Veracruz: Universidad Veracruzana), 6-10.

La exposición al peligro y a amenazas, así como el aumento de los riesgos ante fenómenos climáticos como consecuencia de las actividades humanas, han puesto a las poblaciones en una crisis que precisa acciones contundentes para garantizar sus modos de vida. Coexistir con la naturaleza requiere de responsabilidades y de un balance que permita llevar a cabo los ciclos de los ecosistemas, no solo para garantizar los beneficios de los servicios ambientales sino para evitar desastres. Los fenómenos naturales cumplen un papel dentro de los ecosistemas; para que sea considerado desastre se requiere un sujeto expuesto al riesgo y que este carezca de los medios para poder evitarlo o enfrentarlo.

Los desastres no son naturales, son una construcción social que parte de la posibilidad de que un fenómeno afecte a un sujeto o grupo de sujetos expuestos. Las actividades humanas son las que han generado el aumento de este riesgo potencial ante los impactos; corresponde al mismo ser humano generar condiciones habitables que permitan reducir esa posibilidad y mitigar el riesgo.

Para responder ante un evento, una amenaza y un desastre, se han establecido conceptos que ayudan a comprender la problemática. Sin embargo, existen vacíos y confusiones en los alcances de estas definiciones y la forma en que se aplican dentro de las estrategias, principalmente porque estos eventos, al ser construcciones sociales, intervienen elementos como la política, la economía y la cultura, que delimitan los enfoques de acción en cada caso y en cada sitio. Las definiciones de riesgo hablan de la probabilidad de que un evento afecte determinada comunidad o zona expuesta, y las de desastre implican que se trata de un estado donde un evento ya generó afectaciones a determinada comunidad.<sup>10</sup> Bajo estos argumentos, se pueden distinguir los términos que más se apegan a los dos enfoques antes mencionados.

Enfoque de términos en etapas de gestión		
Enfoque	Gestión integral de riesgos	Gestión integral de desastre
Términos	Educación	Adaptación
	Prevención	Emergencia
	Planificación	Reconstrucción
	Mitigación	Resiliencia

Enfoque predominante en conceptos dentro del manejo de los riesgos y desastres.

El primer paso es distinguir el riesgo del desastre y establecer que la gestión de cada concepto tiene diferentes enfoques y alcances. La ruta que se ha tomado es abordar los fenómenos desde la perspectiva de la emergencia, la cual implica la inminencia de un impacto sobre determinado sitio, que requiere acciones a corto plazo. Sin embargo, se ha

<sup>10</sup> UNISDR, *Terminology on disaster risk reduction* (Estados Unidos: EIRD ONU, 2009). Disponible en: [https://www.preventionweb.net/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.preventionweb.net/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf) [consultada el 1° de septiembre de 2017].

dejado de lado el enfoque de la prevención, la cual recae dentro de la gestión del riesgo. Al ser una posibilidad y no un hecho inminente es necesario consolidar estrategias en materia de prevención, para mitigar el riesgo y evitar que se vuelva una emergencia o un desastre.

Aunque los fenómenos hidrometeorológicos se insertan en los ciclos globales, las particularidades territoriales y urbanas de la ciudad de Veracruz son determinantes para comprender los efectos que pueden tener en la región. Por ello, es importante conocer el comportamiento y los efectos de estos eventos históricos en la ciudad, de tal forma que se pueda conocer el comportamiento de la población, las herramientas con las que se cuenta para enfrentar estos fenómenos y los alcances reales que se tienen en materia de prevención integral de riesgos.

La expansión urbana, sin planificación eficiente y congruente con la complejidad del territorio, ha generado que ciudades costeras como Veracruz se encuentren vulnerables ante los fenómenos hidrometeorológicos. La ciudad es propensa a recibir con frecuencia impactos de amenazas de origen natural como huracanes, que generan zonas de alta vulnerabilidad, poblaciones segregadas y altos costos económicos por la acción en contingencia; la ocupación urbana sobre escurrimientos y lagunas satura los sistemas de drenaje y mantenimiento de la ciudad, los cuales se encuentran bajo presión; ante cualquier amenaza, se resalta la necesidad de programas de prevención.

Es por ello que existe la necesidad de generar acciones mediante un modelo de decisión integral de prevención de riesgos, que integre la complejidad de una ciudad que funciona como sistema y no de forma aislada, con miras a prevenir y preparar a la población ante los fenómenos hidrometeorológicos que constantemente impactan a la ciudad. Debido a los efectos sobre las ciudades costeras, es imperativo instrumentar procesos integrales de prevención ante la vulnerabilidad hidrometeorológica, asumiendo como condicionantes el costo económico, los daños y los efectos residuales, que en muchos casos resultan irreversibles.

Los modelos de decisión tienen enfoques específicos, pero quedan rezagados en sus alcances de desarrollo integral. La construcción de modelos de manejo de riesgo hidrometeorológico se desenvuelve en tres grandes rubros de forma secuencial.

- 1ª etapa. Proceso de medición de variables que implican el concepto de riesgo, a través de herramientas tecnológicas y de sistemas que permiten conocer orígenes y causas de fenómenos y su comportamiento al interactuar con los asentamientos humanos y el territorio. Esto permite establecer sistemas de alerta ante la ocurrencia de fenómenos en determinado lugar y los posibles escenarios de riesgo. Se trata de la recopilación y análisis de datos.
- 2ª etapa. Durante el evento, aplicación de protocolos de protección civil, resguardo y mantenimiento de infraestructura a partir del periodo de retorno de cada evento y planes de gestión de recursos que se relacionan con los niveles del impacto y la estimación del daño generada por evaluaciones previas. Se tratan de mecanismos de contingencia.

- 3ª etapa. Reporte de daños físicos que se generaron durante el evento. El enfoque de mediciones y estrategias de manejo se queda en el plano de la contingencia; la prevención se delimita a partir de escenarios de riesgos. El objetivo de esta etapa es rehabilitar y reconstruir de acuerdo con el grado de daño que se presentó. No se abunda en el tema de la evaluación de los modelos ni de su retroalimentación; cada evento se asume como un caso por separado, aunque quedan ciertos lineamientos que se establecen en las medidas estructurales y blandas de protección civil, como el reforzamiento de estructuras o la agilización de trámites burocráticos.

Estos modelos de medición tienen enfoques específicos y dependen del uso final para el que se requiere la información, es decir, la predicción de las trayectorias de huracanes. Son herramientas que ordenan y categorizan información, la cual sirve para establecer estrategias de preparación y de protección civil en zonas vulnerables, estimar riesgos para definir el diseño de pólizas de seguros y reforzar infraestructura que pudiera ser vulnerable. Sin embargo, en la revisión documental, los objetivos de estos modelos son para responder ante la inminencia del impacto. La tendencia actual es orientar la estrategia, que parte de la emergencia, hacia la resiliencia y, en menor medida, hacia el enfoque de la prevención.

### **Objetivo del proyecto**

Desarrollar un modelo de decisión integral de prevención de riesgos orientado hacia la mitigación del nivel de vulnerabilidad hidrometeorológica en la ciudad de Veracruz. La construcción de un modelo de decisión integral de prevención de riesgos permite dar respuesta organizada en materia de preparación ante los efectos que las amenazas hidrometeorológicas generan en la Ciudad de Veracruz, con el objetivo de mitigar, de forma diferencial, los efectos sobre la población, las edificaciones y la infraestructura de la ciudad.

### **Método**

La estructura metodológica del proyecto se estructura en cinco fases, las cuales permiten establecer la secuencia que requiere la construcción de un modelo de decisión integral de prevención de riesgos hidrometeorológicos. Este proyecto ha desarrollado las primeras cuatro partes del esquema, que forman parte fundamental de las etapas del modelo de prevención que se presentan más adelante. La quinta fase se encuentra en desarrollo, mediante la construcción de mapas de vulnerabilidad social.

# PROPUESTA METODOLÓGICA



Estructura metodológica del proyecto de investigación.

## Modelo de prevención de riesgo

Los modelos de prevención de riesgos resultan importantes dentro del proceso de planificación de políticas de desarrollo urbano. Incluir los riesgos dentro del diseño de políticas públicas permite dotar de herramientas eficaces a la población y a los actores de la administración pública para enfocar sus esfuerzos hacia la prevención y mitigación de la vulnerabilidad. El modelo de decisión estructural, cuyo objetivo es delimitar el funcionamiento de las cosas, se trata de una formulación diseñada con el objeto de identificar una solución efectiva.

Este modelo se encuentra en proceso de construcción. En el proyecto se han desarrollado cuatro etapas que parten desde la caracterización del riesgo, el seguimiento del fenómeno en el sitio y el análisis del territorio expuesto y la identificación de grupos vulnerables. Se busca que el modelo sea un elemento de decisión cíclico, con el potencial de retroalimentarse con las evaluaciones que se realicen al finalizar su aplicación.



Modelo integral de prevención de riesgos hidrometeorológicos.

El modelo se establece con base en:

- Enfoque de vinculación bajo una secuencia dinámica.
- Formulación de modelo como un ciclo.
- Entendimiento del contexto y del problema.
- Establecimiento de condiciones para el desarrollo de estrategias y medios de aplicación.
- Evaluación mediante lineamientos que identifican deficiencias y potencialidades.

Si bien, se entiende la importancia de establecer acciones de mitigación, estas deben ejecutarse de forma integral, por lo que es importante identificar los factores con mayor relevancia dentro del proceso de desarrollo de modelos de prevención, ya que el origen del problema constituye la interacción de múltiples factores, lo cual se encuentra en la bibliografía como un tema inconcluso.

La revisión de la literatura nos ha indicado que no se encuentra consolidado el enfoque de prevención de riesgos dentro de las políticas de ordenamiento territorial, ni la vinculación del territorio y su comportamiento como un elemento primordial en el trazo de las guías de acción en el manejo urbano, así como la visión de integración que relacione los diferentes factores que inciden en la construcción del riesgo.

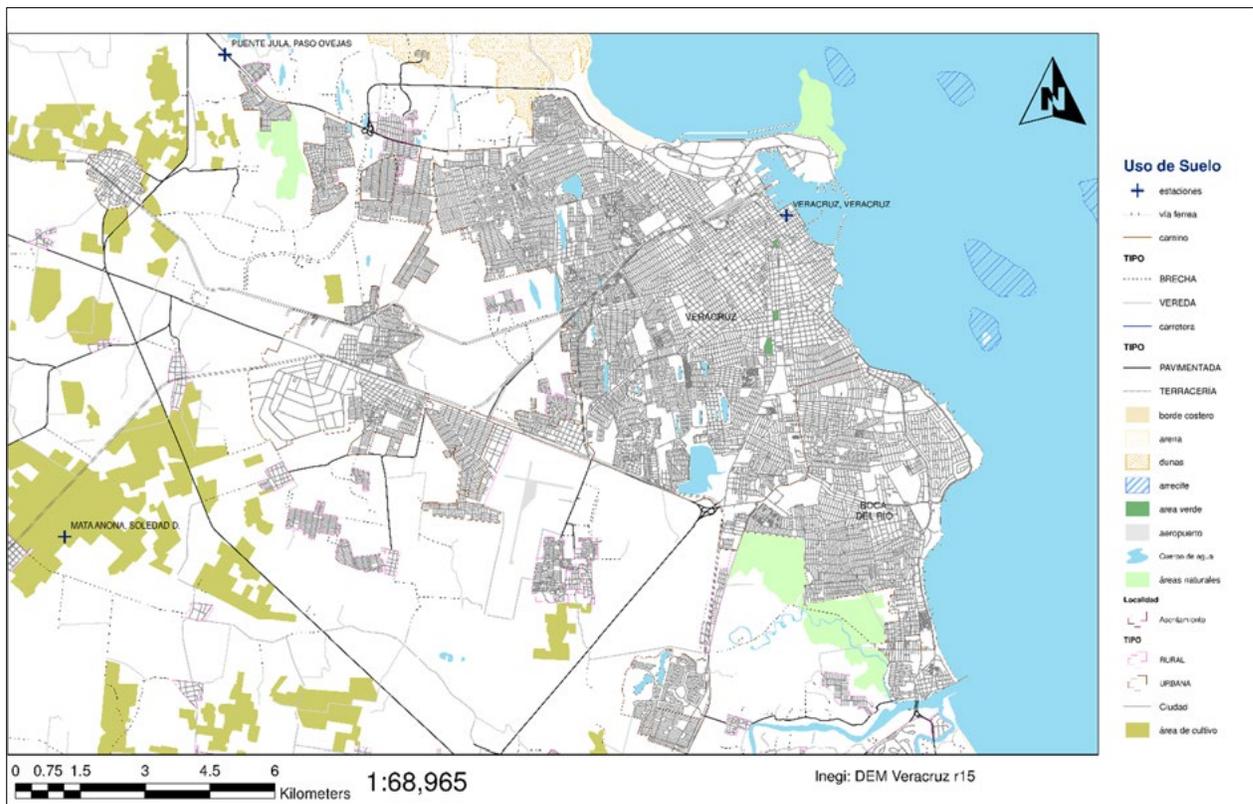
Los estudios sobre la gestión del riesgo en el ámbito global se encuentran diferenciados, su avance y sus enfoques se condicionan por los recursos de las instituciones y la pertinencia en el ámbito político y social. El abordaje académico sobre el tema se ha mantenido en la reacción ante un desastre o una emergencia, y en menor medida hacia la prevención. En materia de políticas públicas internacionales, la tendencia recae sobre la adaptación, con las estrategias basadas en la resiliencia, lo cual promueve proyectos de modificación, de ejecución de infraestructura y de acciones duras sobre el territorio para responder ante los desastres.

Dentro del contexto local, en el caso de México, la gestión del riesgo se ha abordado bajo un ámbito administrativo y de gestión de recursos, donde se buscan mecanismos para obtener formas de financiamiento que permitan a poblaciones contar con medios de recuperación y reconstrucción en el eventual caso de un desastre. Este enfoque ha relegado la importancia de establecer y diseñar estrategias de decisión que indiquen a los actores las rutas de acción en las etapas preventivas y de contingencia, emergencia y recuperación.

La construcción de este modelo de decisión busca compensar el vacío que existe en el estado del arte para generar estrategias de mitigación que permitan empoderar a la población y evaluar la implementación de las políticas de prevención ante las amenazas que se presentan debido a la propia actividad antrópica.

### **Alcances del proyecto**

En el proceso de construcción del modelo, se requiere un análisis exhaustivo de la información de los elementos que intervienen en la construcción del riesgo por medio de la caracterización del territorio. Para ello, se realizó una modelación de mapas del territorio a partir de información estadística de las cartas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estos mapas de análisis contienen la información vigente sobre los atlas de riesgo y la morfología del territorio.



Carta de uso de suelo en la ciudad de Veracruz. Elaboración del autor.

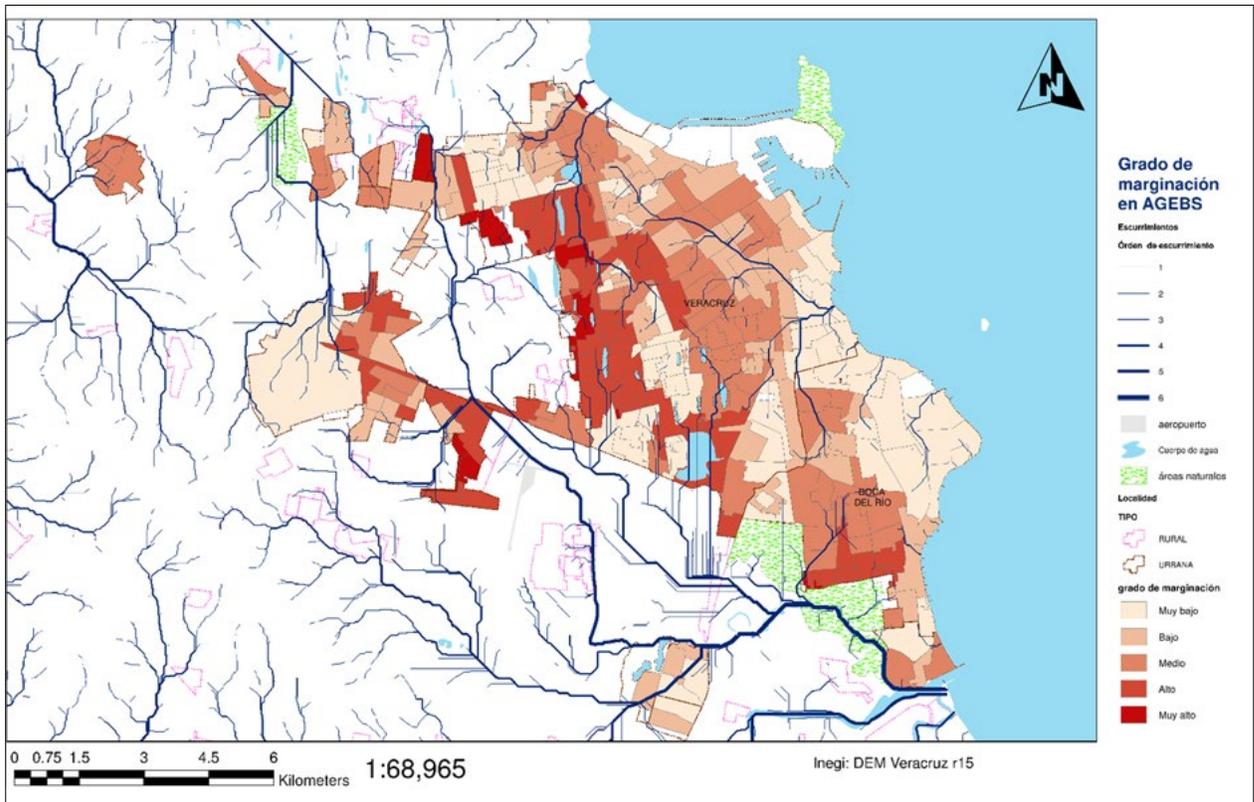
Se identificaron patrones en precipitaciones, gracias a los datos del Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) del INEGI con isoyetas, donde existe un periodo que se puede considerar como seco, que corresponde de noviembre a mayo, con una media de precipitaciones de 150 mm; y el periodo húmedo, que corresponde de abril a octubre, con 1400 mm. Esto indica la necesidad de establecer medidas de prevención en el periodo seco y estrategias de contingencia en el húmedo.

La ciudad cuenta con una infraestructura que ha permitido distribuir y ordenar los afluentes de agua mediante drenajes, canales y plantas de tratamiento, los cuales, a su vez, distribuyen y dotan de servicios a la ciudad; tal es el caso del canal de la Zamorana, que permite redistribuir el agua que se acumula de zonas inundables. Sin embargo, debido a las características del territorio y la forma en que se han generado los asentamientos humanos, estos servicios –que dependen de la inversión pública y del mantenimiento para operar de forma eficiente– se han visto superados en momentos de lluvias intensas, inundaciones o ante el impacto de tormentas tropicales.

Los sistemas de drenaje dependen también de la capacidad de carga que tienen las lagunas urbanas, las cuales han sido utilizadas como vasos reguladores de las corrientes de agua que se generan durante las inundaciones. Estas se han ido deteriorando debido al crecimiento irregular de zonas urbanas sobre áreas naturales, además de que, al saturarlos por los flujos de agua que se desvían a ellos, la integridad de estos ecosistemas se deteriora.

En el ámbito social, los niveles de marginación, con base en los datos que presenta el INEGI con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en las AGEBS,<sup>11</sup> indican que hacia la zona costera existen mejores condiciones urbanas que hacia el este, área que comprende los terrenos cercanos al aeropuerto y las salidas de la ciudad hacia Xalapa.

La posición que tienen los escurrimientos con respecto a las zonas urbanas implica que tanto las zonas con alta marginación como las que tienen bajos niveles sean susceptibles a inundaciones. La diferencia entre estas zonas es la calidad de la infraestructura urbana, como el drenaje, la efectividad de la comunicación en las vialidades principales y secundarias, el acceso a las colonias, las condiciones de mantenimiento y los tipos de pavimento existentes.

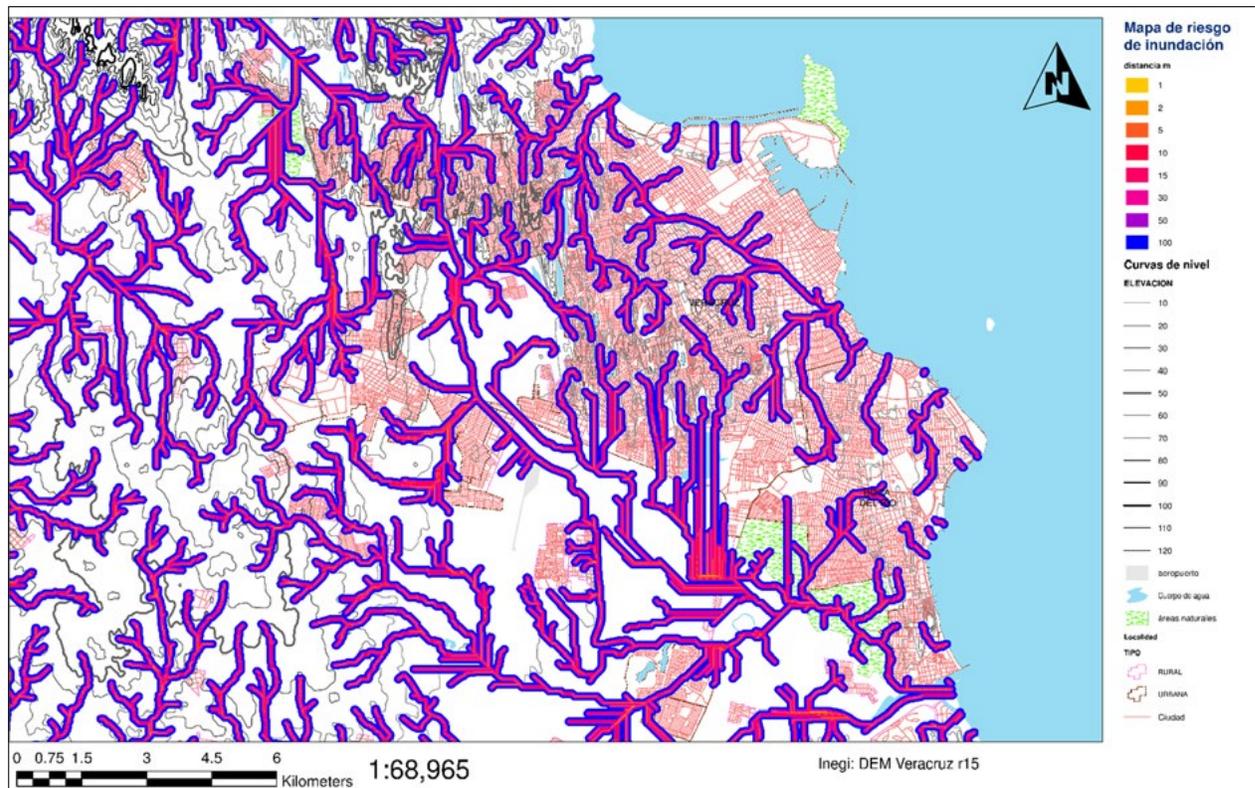


Mapa de grado de marginación en AGEBS y escurrimientos. Elaboración del autor.

En ese sentido, el daño a las viviendas aumenta debido al tipo de materiales, acabados y estructuras, así como los bienes o menaje al interior; en zonas con mayor plusvalía, los daños en las viviendas tienden a ser mayores que en zonas rezagadas. Sin embargo, la capacidad de recuperación de las zonas de alta marginación es mucho menor que en las áreas más rentables. Las acciones en materia de prevención deben tomar en cuenta las características de estos sitios y los niveles de vulnerabilidad que se tienen por zona, para presentar estrategias diferenciadas con mayor alcance que las generales.

11 Área Geoestadística Básica.

Asimismo, se realizó un modelo de inundación mediante un búfer de aproximación para identificar las zonas propensas a inundarse dentro de la ciudad de Veracruz, lo que permite comprender la gravedad del sitio con respecto a las inundaciones.



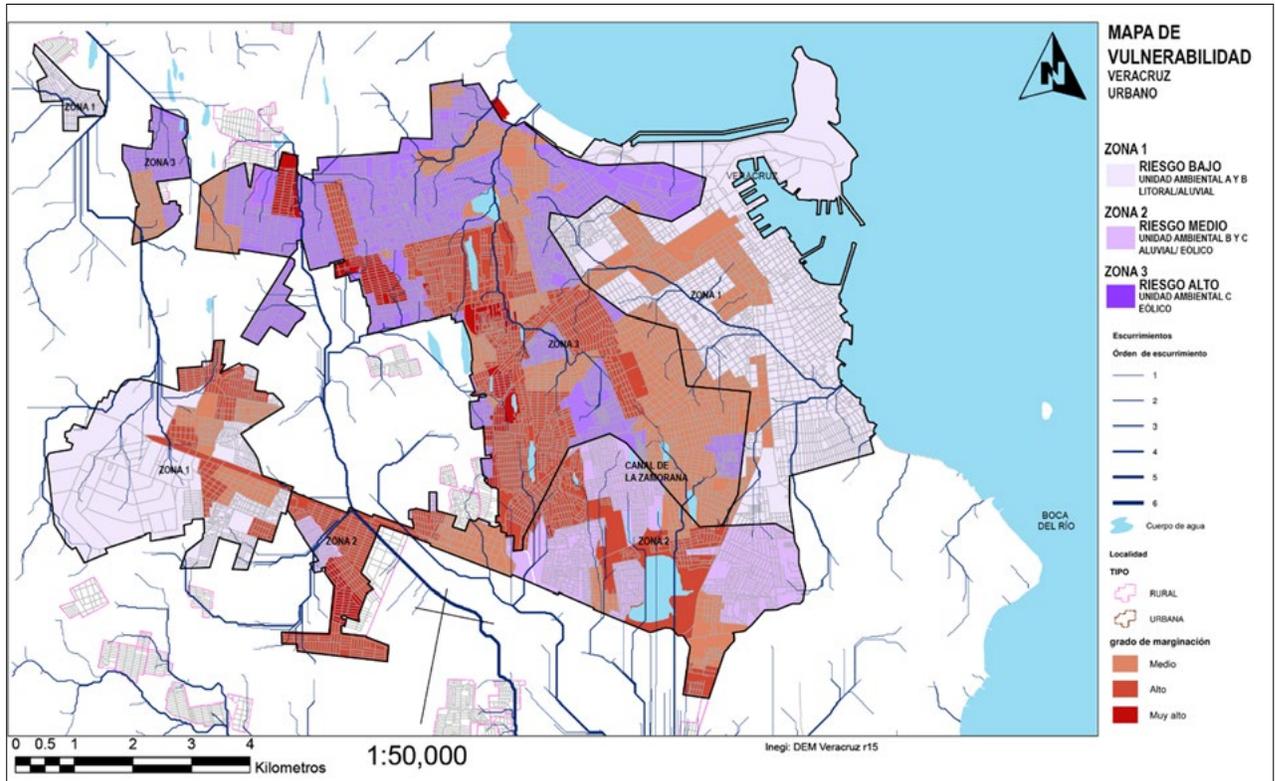
Mapa de riesgo por inundación (búfer de distancia). Elaboración del autor.

Por medio de un mapa de riesgo por inundaciones, se identificaron las zonas propensas a inundarse en la ciudad con base en la generación de un búfer de distancia, que parte de la escala de amplitud de 1, 2, 5, 10, 15, 30, 50 y 100 metros, a partir de la distribución de los escurrimientos, por lo que la zona que más vulnerabilidad presenta ante inundaciones es la que se encuentra dentro de los primeros 15 metros; a mayor distancia es menor el riesgo potencial. Se demostró que hay una gran cantidad de sectores que son propensos a inundarse en la ciudad, por lo que se debe generar una caracterización del riesgo a partir de las particularidades de cada sitio para desarrollar estrategias diferenciadas que respondan a las necesidades específicas por su carácter físico, urbano y social.

Existen muchas zonas inundables, sin embargo, los tipos de problemas y necesidades que se requieren resolver en materia de prevención son distintas, por la calidad de la vivienda, el estado de la infraestructura urbana, los sistemas de drenaje, la cercanía a zonas de alta vulnerabilidad por inundación y la capacidad de preparación y de recuperación que tiene la población de las colonias afectadas.

## Vulnerabilidad social

Con base en la información sobre el tipo de suelos, el uso del suelo, las AGEBS con el grado de marginación y el búfer de alcance de los escurrimientos en la ciudad, se distinguen tres tipos de zonas que identifican características de riesgo similares, por lo que se puede establecer un mapa de vulnerabilidad integral que indica las áreas con mayor exposición con respecto al riesgo.



Mapa integral de vulnerabilidad de la ciudad de Veracruz. Elaboración del autor.

El mapa de vulnerabilidad nos indica los sitios que se encuentran con mayor exposición a los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos. Es importante identificar las comunidades en zonas expuestas y distinguirlas de los que no, para generar estrategias diferenciadas para cada grupo. Este es un mapa específico realizado para conocer la complejidad de la construcción del riesgo en la ciudad; el aporte recae en que esta información es integral, ya que toma aspectos del territorio, el comportamiento de los escurrimientos y el nivel de desarrollo social en cada sitio, lo que distingue tres zonas de riesgo, una de nivel bajo, una de nivel medio y otra de nivel alto.

La elaboración de este mapa busca mostrar las zonas con mayor vulnerabilidad ante inundaciones, las cuales se encuentran en las áreas periféricas de la ciudad, ya que presentan mayor rezago y además es donde se localizan en su mayoría cuerpos de agua como lagunas interdunarias; las zonas con menor vulnerabilidad son las que están en el borde costero y al sur de la ciudad. Asimismo, permite distinguir a

las comunidades con mayor exposición, aunque el siguiente paso es generar un mapa de vulnerabilidad social que identifique a los grupos vulnerables y a los grupos adaptados dentro de cada zona de riesgo. Para identificar estos grupos se propone el desarrollo de un instrumento de evaluación de percepción del riesgo, el cual se aplicará a habitantes de zonas con mayor riesgo en la ciudad, marcadas en el mapa de vulnerabilidad.

Este proyecto busca generar un modelo integral de decisión para prevención de los riesgos, por lo que es importante señalar que dentro de su desarrollo se están integrando diferentes perspectivas desde distintas áreas de conocimiento; para la psicología ambiental, a este proceso de evaluación se le llama instrumento, y consta del diseño de encuestas con reactivos para evaluar la percepción que tienen los habitantes de la ciudad de Veracruz sobre el riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos. Como resultado de este proceso se tendrán mapas de vulnerabilidad social que permitan, en la etapa de diseño de estrategias, generar propuestas diferenciadas para cada sector.

### Conclusiones

Este proyecto se suma al cuestionamiento sobre la labor desde la academia para mitigar los efectos destructivos que la acción del ser humano genera sobre el territorio y el impacto que las amenazas de los fenómenos hidrometeorológicos tienen sobre las ciudades. A pesar de que la tendencia recae en generar estudios sobre adaptación y resiliencia, es importante cuestionar las razones por las que se insiste en abordar al desastre y no al riesgo. En este proyecto, que nace de la academia como investigación de un doctorado en Urbanismo, se plantea aproximarse a la gestión del riesgo desde el enfoque del diseño y el urbanismo hacia la prevención; además, tiene como objetivo establecer un modelo integral y específico para la ciudad de Veracruz, el cual busca generar los cimientos para futuros proyectos en sitios con características similares, pero adecuados al contexto de cada caso.

El modelo integral de prevención de riesgos tiene como meta desarrollar estrategias consolidadas en materia de planificación del territorio mediante un proceso cíclico y de retroalimentación. Es imperativo dar énfasis a la evaluación de los modelos y a la reconfiguración de estrategias dando un paso hacia atrás, antes de que sucedan los eventos.

La tendencia sobre el estado de las condiciones climáticas, debido al calentamiento global, genera huracanes más intensos con una frecuencia más alta, por lo que estrategias y diseñadores urbanos necesitamos desarrollar herramientas que permitan a quienes toman decisiones actuar con fundamento y que sumen a las comunidades a formar parte de estas decisiones; este modelo busca integrar a los diferentes actores que intervienen en la deconstrucción del riesgo para mitigar su impacto mediante acciones contundentes en el territorio, con enfoques diferenciados que permitan incluir a más población –vulnerable o no– como habitantes de un territorio expuesto al riesgo. Necesitamos generar instrumentos y herramientas con base en el contexto de nuestras

ciudades y desarrollar nuestros propios modelos y sistemas de manejo, que a la larga van a complementarse con los existentes, enriqueciendo los campos de conocimiento.

## Referencias

- BANCO Mundial. *Pronóstico de las catástrofes: Cómo la inversión en servicios meteorológicos puede salvar vidas y hacer crecer las economías*. Estados Unidos: Banco Mundial, 2017. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/03/23/forecasting-for-catastrophes-how-investment-in-weather-services-can-save-lives-and-grow-economies>
- CENAPRED. *Datos abiertos Cenapred. impacto socioeconómico de desastres de 2000 a 2015*. México: CENAPRED, 2016. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/impacto-socioeconomico-de-desastres-de-2000-a-2015>
- Ciclones tropicales, Guía de preparación*. Estados Unidos: Departamento de comercio de EU, 2013.
- LUNA, Jessica. *Danielle*. México: CONAGUA, 2016. <https://www.xeu.mx/nota.cfm?id=830262>
- MARTÍNEZ, Germán. "De las inundaciones 2010", *La Jornada Veracruz*, 3 de agosto de 2011, sección Política. [http://www.jornadaveracruz.com.mx/Post.aspx?id=110803\\_214555\\_822](http://www.jornadaveracruz.com.mx/Post.aspx?id=110803_214555_822) [consultada el 20 de mayo de 2017].
- SEDATU. *Atlas de riesgos. Riesgos naturales de origen geológico, vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico*. México: SEDATU, 2013. [www.municipium.mx/atlasderiesgos/sanmigueldeallende/vulnerabilidad.php](http://www.municipium.mx/atlasderiesgos/sanmigueldeallende/vulnerabilidad.php)
- TEJEDA, Adalberto. *Inundaciones*. Veracruz: Universidad Veracruzana: 2010.
- UNISDR. *Terminology on disaster risk reduction*. Estados Unidos: EIRD ONU, 2009. [https://www.preventionweb.net/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.preventionweb.net/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- UNISYS. *Unisys weather forecast. Hurricane / Tropical Data*. Estados Unidos: UNISYS, 2018. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.php>

## **Jorge López Ortiz**

jorge\_lebeau@hotmail.com

Arquitecto por la Universidad Veracruzana, donde se tituló con la tesis *Proyecto de integración de parque urbano en el perímetro de la laguna Vergara-Tarimoya en la ciudad de Veracruz*; maestro con mención honorífica en el campo de diseño arquitectónico por la Universidad Nacional Autónoma de México con el proyecto "Estrategias de diseño para la mitigación del impacto antrópico en humedales costeros: el caso del sistema lagunar interdunario de la ciudad de Veracruz"; candidato a doctor por el Programa de Posgrado en Urbanismo de la UNAM. Ha participado en congresos internacionales de investigación sobre arquitectura y urbanismo, con proyectos de gestión integral de diseño en México, Singapur, Cuba, Paraguay, España, Bolivia, Honduras, El Salvador, Estados Unidos y Venezuela. Ha sido tutor de talleres internacionales en plataformas como ELEM Bolivia 2018, ELEM El Salvador 2010, ELEM (sur) Paraguay 2014, Congreso de estudiantes de posgrado UNAM, congresos de psicología ambiental en la UNAM y UAM Xochimilco. Ha sido asesor de proyectos de investigación y diseño urbano en Ciudad de México. Actualmente es profesor de asignaturas de posgrado, especialidad y licenciatura en la Ciudad de México.