

## Importancia del sistema de transporte en la gestión de riesgos: aprendizajes tras el paso del huracán Otis por Acapulco, Guerrero

Importance of the transportation system in risk management: lessons learned from Hurricane Otis in Acapulco, Guerrero

Importância do sistema de transporte na gestão de riscos: aprendizagens após a passagem do furacão Otis por Acapulco, Guerrero

*Alma Villaseñor-Franco<sup>1</sup>*

*Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo, México*

*Alejandra Toscana-Aparicio<sup>2</sup>*

*Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo, México*

*Bonnie Lucía Campos-Cámara<sup>3</sup>*

*Universidad Autónoma de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo, México*

- 
- 1 Dra. en Geografía, México, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo,  [almafranco@uagro.mx](mailto:almafranco@uagro.mx),  <https://orcid.org/0000-0001-6748-9662>
  - 2 Dra. en Geografía, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Ciudad de México,  [atoscana@correo.xoc.uam.mx](mailto:atoscana@correo.xoc.uam.mx),  <https://orcid.org/0000-0003-1841-102X>
  - 3 Dra. en Geografía, México, Universidad Autónoma de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo,  [bonnie@uqroo.edu.mx](mailto:bonnie@uqroo.edu.mx),  <https://orcid.org/0000-0003-0863-1774>



## Resumen

Este artículo trata sobre la importancia del sistema de transporte en la gestión de riesgos, a partir del caso de la ciudad de Acapulco en el contexto del desastre detonado por el huracán Otis en octubre de 2023. La metodología se basó en la elaboración de mapas temáticos para analizar el sistema de transporte. Como resultado se obtuvo que, para la gestión de riesgos se requiere un sistema de transporte eficiente y suficiente que permita el traslado de las personas a los refugios y las evacuaciones, así como el acceso de la ayuda del exterior para atender la emergencia. En el caso de Acapulco, su sistema de transporte insuficiente dificulta la preparación y la atención de la emergencia: no se contaba con las condiciones adecuadas para una evacuación o desplazamiento a refugios, y la ayuda del exterior no se dio de manera oportuna por la deficiencias y daños en el sistema de transporte.

**Palabras clave:** atención de emergencia, ciclón tropical Otis, gestión del riesgo, sistema vial



## Abstract

This paper discusses the importance of the transportation system in risk management, based on the case of the city of Acapulco in the context of the disaster triggered by Hurricane Otis in October 2023. The methodology was based on the development of thematic maps to analyze the transportation system. The main result was that risk management requires an efficient and sufficient transportation system to allow for the transfer of people to shelters and evacuations, as well as access to outside help to deal with the emergency. In the case of Acapulco, its inadequate transportation system made emergency preparation and response difficult: there were no adequate conditions for evacuation or movement to shelters, and outside assistance was not provided in a timely manner due to deficiencies and damage to the transportation system.

**Keywords:** emergency management, risk management, road system, tropical cyclone Otis



## Resumo

Este artigo aborda a importância do sistema de transporte na gestão de riscos, a partir do caso da cidade de Acapulco no contexto do desastre provocado pelo furacão Otis em outubro de 2023. A metodologia baseou-se na elaboração de mapas temáticos para analisar o sistema de transporte. Como resultado, verificou-se que, para a gestão de riscos, é necessário um sistema de transporte eficiente e suficiente que permita o deslocamento das pessoas para os abrigos e a realização de evacuações, bem como o acesso de ajuda externa para atender à emergência. No caso de Acapulco, seu sistema de transporte insuficiente dificultou a preparação e o atendimento da emergência: não havia condições adequadas para uma evacuação ou deslocamento para abrigos, e a ajuda externa não chegou de forma oportuna devido às deficiências e aos danos no sistema de transporte.

**Palavras-chave:** atendimento de emergência, ciclone tropical Otis, gestão de riscos, sistema viário.

## INTRODUCCIÓN

México es un país donde constantemente se configuran desastres de diversas magnitudes: desde aquellos que afectan a pocas personas y pequeñas localidades, hasta los que repercuten en grandes cantidades de población y amplias regiones ([Gobierno de México, 2022](#)). En los desastres, el sistema de transporte juega un papel importante al requerirse para que la población se resguarde en lugares seguros, para realizar evacuaciones de zonas de riesgo inminente, y para atender la emergencia, sobre todo si la zona de desastre requiere ayuda del exterior. Un sistema de transporte insuficiente o que sufra daños por el impacto de uno o más fenómenos naturales o antrópicos, dificulta la gestión de la emergencia ([Villaseñor et al., 2017](#); [Toscana y Villaseñor, 2018](#)). Las redes viales son elementos fundamentales en las políticas de desarrollo, toda vez que son expresión y fiel reflejo de la evolución de los territorios ([Miralles Guasch, 2013](#)) y constituyen un elemento esencial para entender la configuración espacial de un territorio ([Herce, M. 2013 citado en Bautista, 2018, p. 126](#)).

El objetivo de este texto es analizar el sistema de transporte de la ciudad de Acapulco en el contexto del desastre detonado por el huracán Otis en octubre de 2023. Este huracán ha sido uno de los de mayor categoría que han tocado tierra en el territorio nacional en los últimos años y las pérdidas se encuentran entre las más cuantiosas que se hayan registrado en el país ([CENAPRED, 2024](#)). Tras el paso de Otis, se presentaron daños y pérdidas en prácticamente todo el municipio, así como en Coyuca de Benítez. De acuerdo con un estudio elaborado en 2024 por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros ([Integralia, 2024](#)), el impacto económico ha sido evaluado en más de 10 mil millones de dólares y solo el 12 % de los daños estaba asegurado; sin embargo, no todos los daños se deben a la categoría del huracán, también es necesario considerar la capacidad de preparación gubernamental, tanto para prevenir desastres, como para atender emergencias. Uno de los elementos que influyó en el desastre fue la disposición del sistema de transporte de Guerrero y, en específico, de la ciudad de Acapulco: una vez recibida la alerta de la intensificación de la categoría del huracán Otis no se contaba con elementos que permitieran el acceso oportuno a los refugios temporales o la evacuación de la ciudad, asimismo, la configuración de la red vial que no articula la ciudad en su

interior ni con el exterior, y el servicio de transporte público deficiente e insuficiente, dificultaron la atención de la emergencia.

Es importante tener en consideración que esta ciudad, además de estar expuesta a ciclones tropicales, lo está también a sismos y a tsunamis, amenazas que tienen alto potencial destructivo, por lo que es necesario mejorar todos los aspectos que intervienen en la gestión de riesgos, entre ellos el sistema de transporte, como un elemento necesario para el traslado de la población a los refugios temporales, para realizar las evacuaciones y atender las emergencias.

El texto se integra por seis secciones. En la primera, se exponen los métodos y materiales empleados para cumplir con el objetivo de la investigación. En la segunda sección, se presenta una síntesis sobre la historia urbana de la ciudad de Acapulco. Posteriormente, se revisa la importancia del sistema de transporte en la gestión de riesgos, para dar paso, en una siguiente sección, al análisis de la emergencia sufrida por el paso del huracán Otis en Acapulco. Por último, se incluyen las secciones de discusión y de conclusiones.

## **MÉTODOS Y MATERIALES**

Esta investigación se realizó con metodología mixta. Se inició con la recopilación de estudios previos sobre el sistema de transporte y su relación con la gestión de riesgos. Para caracterizar el sistema de transporte de Acapulco se revisaron informes oficiales, estadísticas y material cartográfico.

Para cumplir el objetivo se confeccionaron los siguientes mapas:

- a) Mapa de la expansión territorial de la zona urbana en diferentes cortes temporales, quinquenales, para observar los cambios en cuanto a la distribución de la población, con base en la información del Marco Geoestadístico Nacional ([INEGI, 1995](#), [2000](#), [2005](#), [2010](#), [2015](#), [2020a](#), [2020b](#), [2020c](#)). Este tipo de mapa ayuda a identificar los patrones de expansión, comprender las tendencias de crecimiento y evaluar el impacto de la expansión urbana en el entorno.
- b) Para la identificación de la red vial, ubicada en zonas de inundación, se elaboró el mapa de la red vial e hipsometría, el cual muestra la

ubicación de las vialidades en las diferentes elevaciones; para ello, se utilizó el Continuo de Elevación del territorio y la Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020d, 2020e). Este mapa facilita la identificación de áreas susceptibles a las inundaciones y ayuda a planificar estrategias de respuesta ante emergencias.

- c) El mapa de vías de comunicación y densidad de población permite observar la cantidad de habitantes por superficie, su distribución en la zona metropolitana de Acapulco y su ubicación en relación con la densidad de población. Este mapa se realizó a partir de la información del Continuo de Elevación del territorio y del archivo del Censo Nacional de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020d, 2020f).
- d) El mapa de densidad vial muestra la distribución de la red vial con respecto a la superficie de la zona urbana, medida en  $\text{km}/\text{km}^2$ , así como la distribución de las vialidades de acuerdo con su jerarquía: calles de primer orden, de segundo orden y tipos de carreteras existentes; se elaboró con los archivos del Marco Geoestadístico Nacional y la Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c y 2020e). La densidad de la red vial ha sido objeto de diversos estudios que evidencian su relación con el desarrollo económico (Hincapié Vélez, 2021; Tobar-Insuasty, 2024; otros artículos en los que se ha considerado este indicador son los de Garro-Quesada *et al.* (2023), Quesada-Román *et al.* (2024 a), Quesada-Román *et al.* (2024 b).
- e) El mapa de Índice de Engels (IE) se elaboró para determinar la relación entre la superficie, la longitud de la infraestructura y la población, con base en el Marco Geoestadístico Nacional y la Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c, 2020e). Hurtado y Gonzaga (2013) proponen usar este índice para la caracterización de la infraestructura vial terrestre en el diagnóstico de sistemas territoriales, el cual permite observar el nivel de servicio de la red vial en una superficie dada, considerando la cantidad de población, y sugieren clasificar el IE en intervalos de clase. En este se consideraron 5 intervalos que van de zonas saturadas a zonas sin saturación vial.
- f) El mapa de índice de conectividad de la red vial permite identificar los circuitos y sus conexiones, si la articulación es significativa y si

se conecta con una red de mayor jerarquía; así mismo permite destacar la red vial en cuanto a su capacidad de conexión entre diferentes puntos, lo que resulta de utilidad para identificar patrones de tráfico, rutas alternativas y posibles congestionamientos. Este mapa se elaboró con el Marco Geoestadístico Nacional y la Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c, 2020e).

- h) El mapa de la ruta del Acabús vincula la accesibilidad con el transporte público; muestra la ubicación de las rutas troncales y alimentadoras del sistema, y permite observar la cercanía de la ruta a las áreas habitacionales. Este mapa también se elaboró con el Marco Geoestadístico Nacional y la Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c, 2020e) y con la información de la empresa AB Acabús.
- i) El mapa de vivienda con automóvil y motocicleta muestra las viviendas habitadas que disponen de automóvil y motocicleta. Se realizó a partir de la información del Continuo de Elevación del territorio, la Red Nacional de Caminos y del Censo Nacional de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020d, 2020e, 2020f).
- j) El mapa de daños detonados en el sistema vial por el huracán Otis en la ciudad de Acapulco se construyó con el informe de la Oficina del Coordinador Residente y la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas y la Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020e).
- k) También, se analizó la relación entre crecimiento de la población, superficie del área urbana y total de vehículos y el crecimiento del parque vehicular, a partir de la información del archivo de Vehículos de Motor Registrados en Circulación (INEGI, 2022) y del Censo Nacional de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020f).

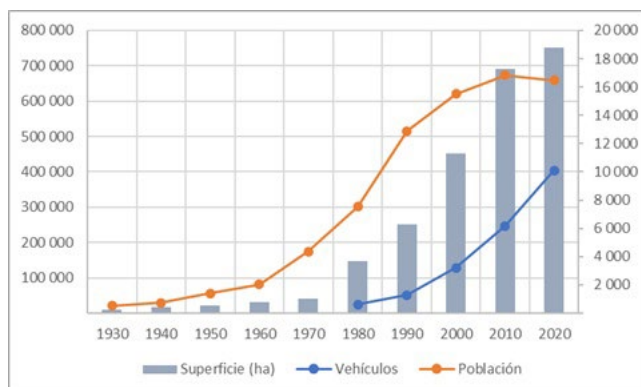
## LA CIUDAD DE ACAPULCO

Acapulco es uno de los principales destinos turísticos del país. Si bien, en las últimas décadas ha perdido su importancia en comparación con sus años dorados, hoy es una zona metropolitana con más de 750.000 personas, en una superficie de 3539 kilómetros cuadrados, incluyendo la zona urbana de Coyuca de Benítez (INEGI, 2020g).

Esta ciudad tiene una larga historia como centro de población, hay vestigios prehispánicos y tuvo importancia también como parte del recorrido del Galeón de Manila de los siglos XVI al XIX; pero, su crecimiento turístico inició en la década de 1930 cuando se conectó con la CDMX mediante la carretera federal y el aeropuerto, y se construyeron los primeros hoteles en la zona que se conoce como Acapulco Tradicional. Durante la década de los años 50 se registró un importante crecimiento del turismo que llevó al puerto a ganar fama internacional. De los años 50 a los 70 presentó un crecimiento exponencial de la población, debido a la migración atraída por la necesidad de mano de obra en la construcción y personal en los servicios turísticos; también se construyeron casas residenciales y equipamiento para el turismo; la zona turística desarrollada en este periodo se conoce como Acapulco Dorado. Por último, tras unos años de franca decadencia por la contaminación, el abandono, los problemas urbanos y el surgimiento de nuevos destinos turísticos, se creó la zona conocida como Acapulco Diamante, separada de la bahía, en la zona del revolcadero.

Dos aspectos han sido cruciales en la estructura urbana de la ciudad: su relieve y la actividad turística. La ciudad de Acapulco inicialmente ocupó la bahía de la costa de Guerrero, la cual está rodeada por una cadena montañosa, a manera de semicírculo abierto hacia el mar, conocida como El Anfiteatro, denominación que refleja su morfología cóncava, sus laderas de fuerte inclinación convergen en la zona plana contigua al mar. Hacia el oriente se encuentran terrenos planos con tendencia a inundarse y al occidente pendientes importantes y zonas planas de inundación ([Zamorano y Toscana, 2013](#)).

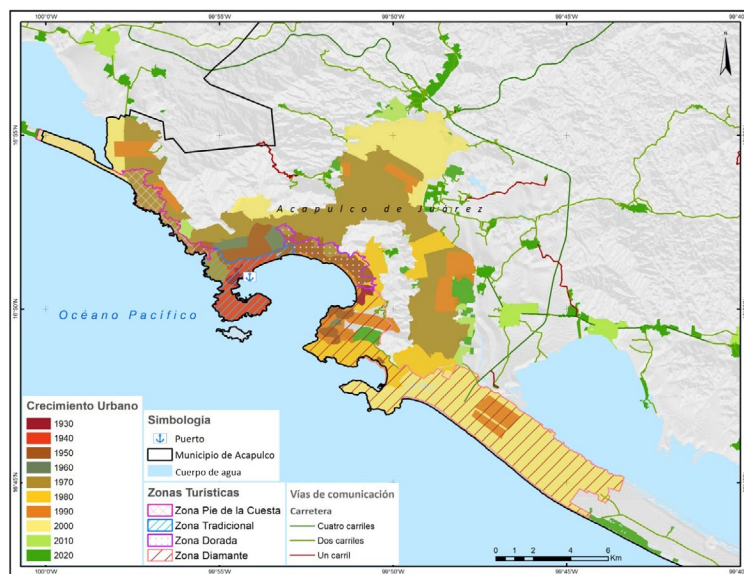
**Figura 1.** Crecimiento de población, superficie y vehículos en Acapulco



Fuente: Elaboración propia, con base en Censo Nacional de Vivienda 2020, Marco Geoestadístico Nacional (INEGI, 2020f, 2020c) y Vehículos de Motor Registrados en Circulación (INEGI, 2022).

Algo que caracteriza a Acapulco es la irregularidad bajo las que han surgido colonias para albergar a la población que llega a trabajar, ante lo cual el Gobierno no responde de manera oportuna, por lo que existe un rezago en cuanto a los servicios que incluye el sistema vial y el transporte público. De acuerdo con [Gonçalves y Ribeiro \(2020\)](#), las ciudades que, como Acapulco, se expanden desordenada y velozmente, suelen presentar el reto del sistema de transporte, ya que la demanda de la población, que crece y que se asienta en áreas cada vez más periféricas, se incrementa constantemente, sin que pueda satisfacerse de manera adecuada, aunado a esto, la cantidad de vehículos continúa aumentando (ver Figuras 1 y 2). En la Figura 2 también se observa la expansión de la ciudad desde la década de los años 70 y cómo en los años más recientes, este crecimiento se ha dado hacia áreas alejadas, separadas de la ciudad consolidada.

**Figura 2.** Expansión territorial de la zona urbana de Acapulco



Fuente: Elaboración propia, con base en el Marco Geoestadístico Nacional (INEGI, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020a, 2020b, 2020c).

### **Importancia del sistema de transporte en la gestión de riesgos**

El sistema de transporte se integra por un conjunto de elementos necesarios para su funcionamiento como los diferentes modos de transporte para el traslado de personas y mercancías; los tipos de servicios, como los vehículos públicos y privados, y, también el equipamiento e infraestructura que integran el sistema vial: carreteras, autopistas, calles, puentes y túneles, entre otros. Un buen sistema de transporte es fundamental para el desarrollo, influye positivamente en el crecimiento económico y social de un territorio en sus diferentes escalas; es, además, un elemento que ordena la ocupación del territorio y permite su integración e incluso puede reducir desigualdades (Bautista, 2018).

De lo anterior se desprende la relevancia, en términos generales, del sistema de transporte; y, de manera particular, de su relación con los desastres y la gestión del riesgo, en lo que tiene un papel preponderante. A continuación, se precisan algunos términos para una mejor comprensión del tema. Cualquier desastre deriva de un estado de riesgo mal gestionado, determinado por la convergencia espacio temporal de una o más amenazas

y de condiciones de vulnerabilidad. Para reducir los daños y las pérdidas, los riesgos deben gestionarse, mediante la preparación encaminada a la reducción de la vulnerabilidad y de las amenazas. La emergencia se refiere a la parte más álgida del desastre, es el periodo en el cual las amenazas impactan y se generan los daños y las pérdidas; sin embargo, el desastre es más amplio que la emergencia, pues incluye asimismo las fases de rehabilitación y reconstrucción (Cardona, 2008).

En caso de una emergencia inminente, el sistema de transporte es básico para que la población pueda desplazarse a los albergues, o evacuar ciertas zonas de la ciudad, pero, también para que los servicios de emergencia puedan ingresar al territorio afectado (Alexander, 2002). Para responder a las emergencias es necesario contar con un sistema de transporte adecuado, sobre todo si el área afectada necesita recursos externos para poder recuperarse: la falta de abastecimiento de alimentos, agua potable, medicinas y combustible por daños en el sistema vial puede agudizar la emergencia (Villaseñor *et al.*, 2017). Un sistema vial dañado dificulta el acceso a la población afectada, genera pérdidas económicas e incluso incrementa el precio del transporte (Aghababaei *et al.*, 2021). En el caso particular de Acapulco, los daños en el sistema vial, independientemente de otros daños, desestimulan la afluencia de turismo lo que puede redundar en pérdidas económicas, tal como se ha observado en otros casos (Gonçalves y Ribeiro, 2020).

A pesar de lo anterior, en los estudios sobre desastres, así como en las políticas de gestión de riesgos, el sistema vial suele estar ausente. Existen diversos estudios sobre la vulnerabilidad del sistema de transporte y cómo medirla (Gil y González, 2021; Tsang y Scott, 2020; Gonçalves y Ribeiro, 2020; Nagurney, A. y Qiang, Q., 2007; Berdika, 2002). Son pocas las investigaciones que se han centrado en el estudio de los sistemas viales en contextos de desastre, y, en casi todas ellas se proponen medidas para determinar la vulnerabilidad de la red vial, o bien, su resiliencia. Chang y Nojima (2001) estudian los daños en las redes de transporte tras el sismo de Kobe, Japón en 1995 y sus impactos económicos; se proponen estrategias para valorar el desempeño del sistema vial tras la emergencia, en términos de cobertura de la red y de la accesibilidad al transporte; el texto concluye que estas mediciones contribuyen a la comprensión de los efectos de los sismos en el sistema vial, para prever desastres en el

futuro. [Bono y Gutiérrez \(2011\)](#) plantean la importancia de conocer los daños en las vías de comunicación para determinar la accesibilidad del espacio urbano y poder brindar la ayuda humanitaria, toman como caso de estudio el desastre detonado por el sismo de Haití en 2010. [Sumalee y Kurauchi \(2006\)](#) analizan la importancia de la regulación del tránsito tras grandes emergencias y cómo se puede optimizar, toman como base la ciudad de Kobe, Japón. [Nakanishi et al. \(2013\)](#) proponen una metodología para analizar la demanda de transporte en las fases de recuperación de un desastre en el oriente de Japón, tras el sismo y tsunami de 2011. [Balijepalli y Oppong \(2014\)](#) se centran en la importancia de los enlaces críticos en las redes viales urbanas, densas, en casos de emergencia, con base en las inundaciones en la ciudad de York, Inglaterra.

[Contreras \(2021\)](#) hace una propuesta para integrar la dependencia a la infraestructura crítica y la vulnerabilidad social a la gestión de la infraestructura vial, ante eventos naturales como erupciones volcánicas en Chile. [Villaseñor et al. \(2017\)](#) analizan las afectaciones que la red vial de Guerrero sufrió tras el paso de las tormentas Ingrid y Manuel y las complicaciones derivadas para la atención de la emergencia, especialmente en las regiones donde la red vial es menos densa, el relieve más abrupto y la población más marginada. [Aghababaei et al. \(2021\)](#) proponen una medida para determinar la resiliencia de la red vial en caso de desastre, la intención es prever la pérdida del rendimiento e impactos derivados de la interrupción de su funcionamiento. [Villaseñor y Campos \(2024\)](#) comparan la accesibilidad de poblaciones vulnerables y población en general de Acapulco, Guerrero a las instalaciones críticas, como los hospitales, cuando el sistema vial sufre afectaciones por huracanes.

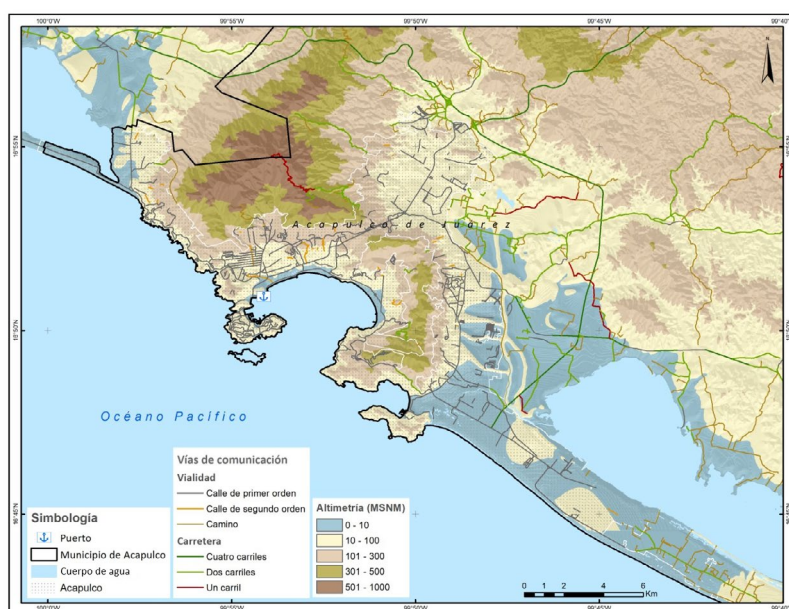
En México, el sistema de transporte en relación con la gestión de riesgos no solo ha sido poco estudiado, sino también poco considerado por las instituciones encargadas de salvaguardar a la población en caso de desastre. Son pocas las experiencias que incluyen elementos del sistema vial y se reducen a riesgo volcánico como el del volcán del Popocatepetl, el cual ha estado en erupción discontinua desde 1994; en este caso, se han realizado planes de gestión por la cercanía del volcán a la CDMX y a otras áreas urbanas del centro del país en los estados de México, Puebla y Morelos, para determinar zonificaciones por los niveles de riesgo, así como las rutas de evacuación. En el ámbito internacional existen varios ejemplos,

uno de ellos en el condado de Miami en Florida, Estados Unidos, en donde se han elaborado planes para atender emergencias por los huracanes, y fenómenos asociados como las inundaciones, las marejadas y las mareas, los cuales incluyen rutas de evacuación y formas en las que se llevarían a cabo las evacuaciones.

## EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE ACAPULCO

Guerrero es la entidad con la menor densidad de vías carreteras del país, y aunque Acapulco es la ciudad con mejor infraestructura del Estado, no cuenta con un sistema de transporte adecuado. Sus vías de acceso son la carretera México-Acapulco, conocida como “Autopista del Sol”, la carretera federal México-Acapulco y las costeras a Lázaro Cárdenas en Michoacán y a Pinotepa Nacional en Oaxaca; estas vías, al entrar a la ciudad se convierten en las vialidades primarias (Figura 3).

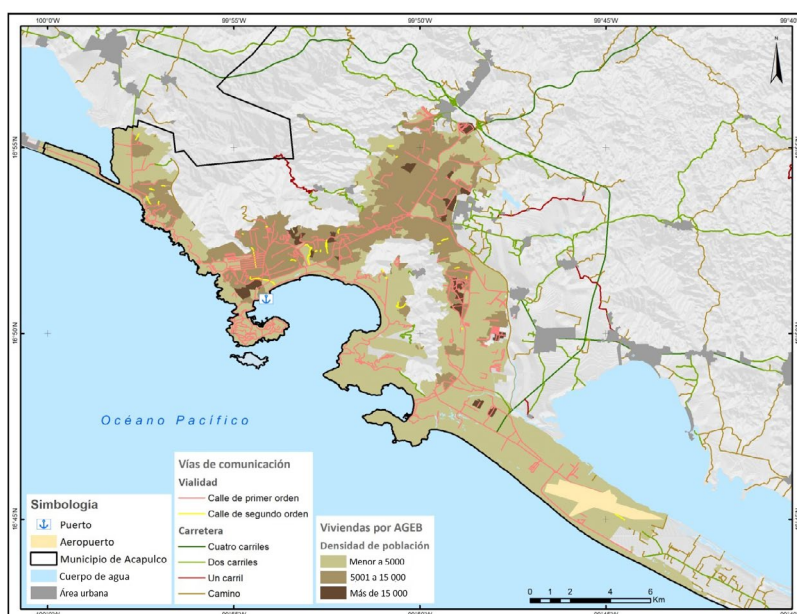
**Figura 3.** Red vial e hipsometría de Acapulco



Fuente: Elaboración propia, con base en Continuo de Elevación del territorio y Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020d, 2020e).

Los mapas hipsométricos son representaciones gráficas de la elevación de un área determinada, utilizando colores. Los datos de la red vial comprenden, en primer lugar, la red carretera y la vialidad principal, después, las calles de segundo orden, como avenidas, que se conectan con la vialidad local al interior de las zonas habitacionales, entre ellas las calles y los callejones. Al sobreponer los datos de la red vial con el mapa hipsométrico se puede observar la influencia del relieve con la articulación de la ciudad o con las zonas con menor accesibilidad, así como aquellas vialidades susceptibles a procesos de inundación por ubicarse en las zonas más bajas o cercanas a los cauces de ríos.

**Figura 4.** Vías de comunicación y densidad de población

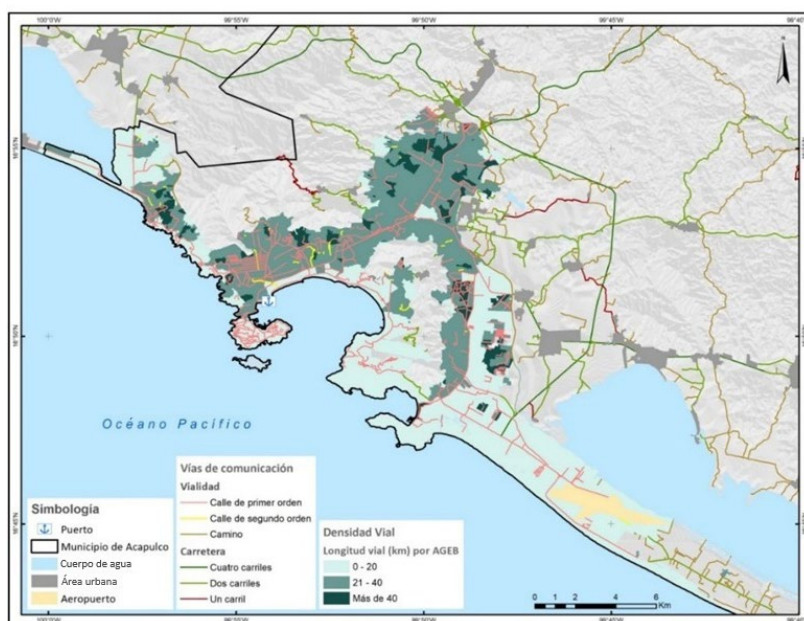


Fuente: Elaboración propia, con base en Marco Geoestadístico Nacional y Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c, 2020e).

En la Figura 4 se observa la densidad de población de la ciudad de Acapulco. Las zonas más densamente pobladas se ubican al norponiente, mientras que las de menor densidad se encuentran al oriente de la Bahía de Acapulco. La figura también muestra la presencia de calles de primer orden, las cuales tienen una extensión de 330 km de longitud, principalmente en la

zona del Acapulco Tradicional, donde se tiene una densidad de población media. Las calles de segundo orden tienen una extensión de 9.9 km de longitud, con lo que se puede observar la falta de comunicación al interior de las zonas de vivienda. Las vialidades terciarias, que corresponden a las calles del amanzanamiento, de nivel local, tienen una extensión de 1892.06 km de longitud.

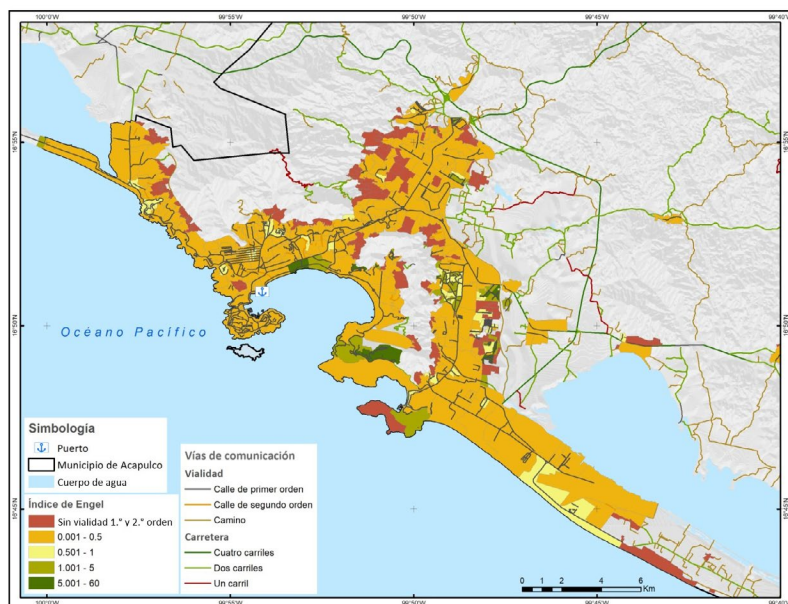
**Figura 5.** Infraestructura vial primaria y secundaria



Fuente: Elaboración propia, con base en Marco Geoestadístico Nacional y Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c, 2020e).

En la Figura 5 se puede observar la insuficiencia de infraestructura vial primaria y secundaria. La vialidad primaria de la ciudad de Acapulco, como se indicó, se compone de las prolongaciones de las carreteras al entrar a la zona urbana; otras vialidades primarias son las que se construyeron, como las carreteras costeras. La vialidad secundaria se ha conformado por la construcción de los asentamientos humanos, sin tener una estructura de red que proporcione un acceso adecuado a la red vial. Un factor de gran relevancia en la estructura vial y urbana de la ciudad es la topografía, al estar conformada por montañas y lomeríos en gran parte de su territorio.

**Figura 6. Índice de Engels**



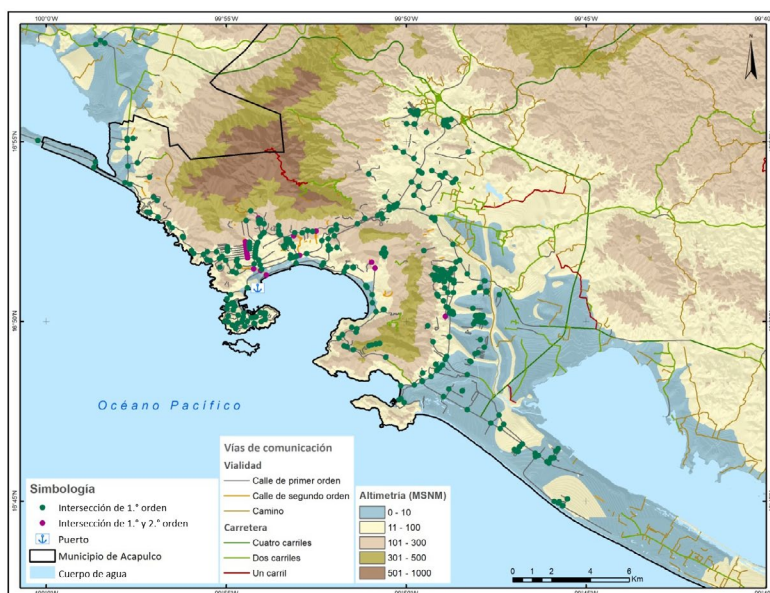
Fuente: Elaboración propia, con base en Marco Geoestadístico Nacional y Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c, 2020e).

En la Figura 6 se observa la densidad vial (con respecto a vialidades de primer y segundo orden) y su vinculación con la población y la superficie. Con este índice de densidad, se integraron 5 niveles de relación, de la red carretera con la población y la superficie, donde el rango mayor representa la mayor accesibilidad para esta ciudad y el equilibrio entre su población, la superficie de sus carreteras y el territorio donde se encuentran.

El mayor nivel de este índice se presenta en áreas en donde la densidad de población no es muy elevada respecto al total de la ciudad, pero sí se cuenta con vialidades, y corresponden a algunas zonas del Acapulco Tradicional y a su transición hacia el Acapulco Dorado. El segundo nivel, con densidad alta, se distribuye en zonas aledañas al nivel anterior. El rango medio de densidad se encuentra en la porción central de Acapulco Diamante, donde existen vialidades de primer orden y viviendas, con baja densidad de población. En el nivel bajo de densidad se encuentra el mayor porcentaje de población en área, en las que hacen falta vialidades de segundo orden que integren las zonas habitacionales con las vialidades de primer orden. Finalmente, el

rango más bajo se ubica en las zonas habitacionales de bajos ingresos donde existe alta densidad de población, pero baja densidad vial. De este mapa de deduce que la red vial de la ciudad de Acapulco no es suficiente para la demanda de la población y que el problema se agudiza en las zonas más pobladas y de menores recursos económicos, por lo que las condiciones para enfrentar un desastre como el ocurrido con el huracán Otis, desde el sistema de transporte, no son las adecuadas.

**Figura 7.** Conectividad de la red vial



Fuente: Elaboración propia, con base en Continuo de Elevación del territorio, y Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020c, 2020e).

En la Figura 7 se observa que Acapulco cuenta con 420 puntos de intersección entre vialidades de primer orden, mientras que sólo existen 21 intersecciones entre vialidades de primer y segundo orden; esto significa que, si bien existen vialidades de tercer orden, la mayoría no se encuentran conectadas con las vialidades de primer y segundo orden.

La mayor conectividad resalta hacia la zona costera y la zona del Acapulco Tradicional; mientras que las zonas habitacionales del norte, de bajos ingresos, tienen una menor conectividad al no contar con suficientes vialidades de primer orden; hacia la zona oriente, la conectividad también

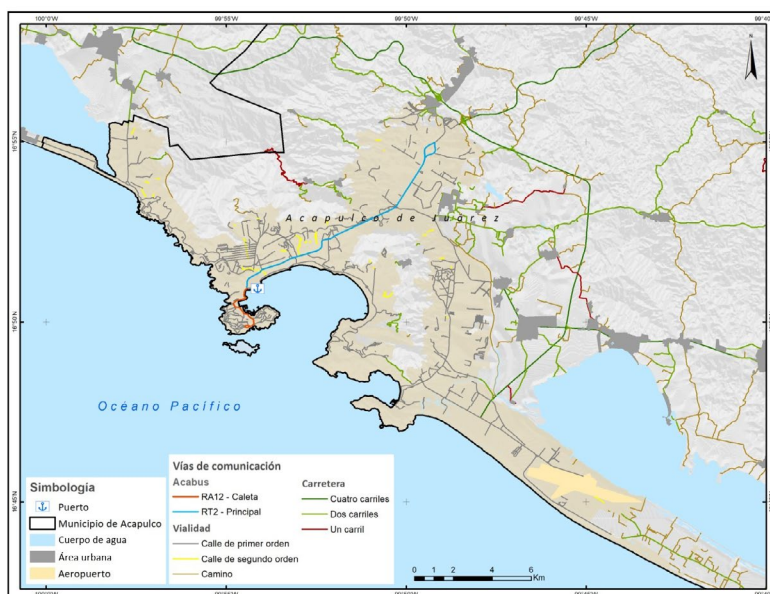
es baja, debido a que hay fraccionamientos cerrados que interrumpen la continuidad de la red vial al interior de ellos.

Acapulco cuenta con un túnel conocido como Maxitúnel, que se construyó para desahogar el tránsito, aunque al ser de cuota, su uso es principalmente para los turistas. Respecto al transporte público, en la ciudad de Acapulco se le llama Acabús y es un sistema de autobuses de tránsito rápido (BRT por sus siglas en inglés: Bus Rapid Transit), que cuenta con un carril confinado para el uso exclusivo de los autobuses de este sistema, además de una plataforma para su abordaje y que permite transportar un número mayor de pasajeros que el autobús convencional, al ser autobuses articulados. La implementación del sistema de transporte BRT (conocido como Acabús) en 2016, había mejorado el servicio de transporte público colectivo, el cual, además cuenta con servicio de colectivos urbanos (Urvan), que sirve para la población local que se desplaza de las áreas periféricas y populares a los centros de empleo concentrados en la Bahía y en Acapulco Diamante, aunque resulta insuficiente y los pasajeros suelen viajar hacinados (Granados *et al.*, 2020).

Antes de que entrara en operación el Acabús (sistema BRT), el transporte público era de muy baja calidad, con flota anticuada, contaminante e insuficiente. Posterior al Huracán Otis, las rutas alimentadoras dejaron de circular en las principales avenidas ya que gran parte de la flota quedó inservible.

El Acabús cuenta con un sistema troncal de 13.86 km de longitud. Comunica la ciudad desde donde finaliza la autopista hasta la zona costera en el Acapulco Tradicional; si bien, permite la comunicación de la zona habitacional con mayor densidad de población, para su acceso se requieren automóviles colectivos, excepto para quienes pueden llegar a pie. El proyecto integral del sistema tenía contempladas 12 rutas alimentadoras, de las cuales solo funciona una, que va del Acapulco tradicional a la red troncal, con 2.67 km de longitud; ninguna ruta funciona en las zonas habitacionales populares, ni en la zona de fraccionamientos habitacionales.

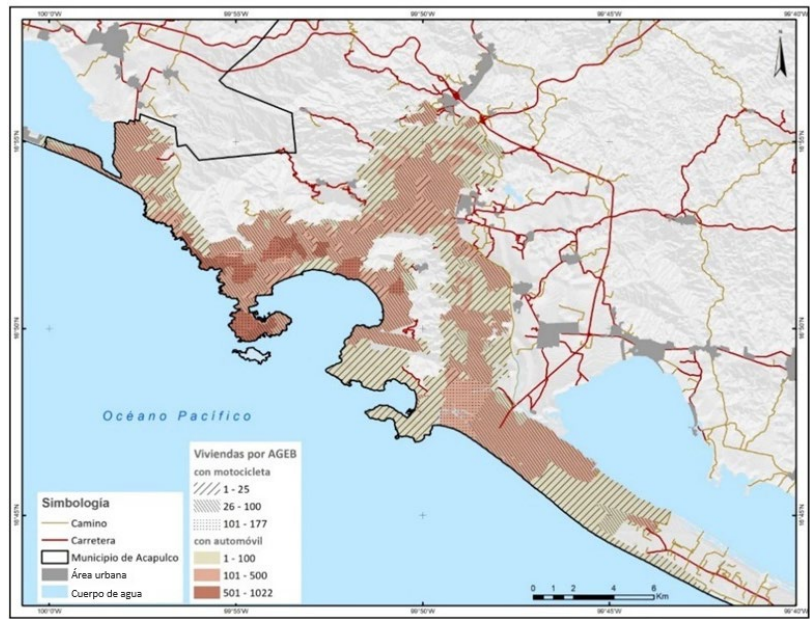
**Figura 8. Ruta del Acabús (BRT)**



Fuente: Elaboración propia, con base en [AB Acabús \(2014\)](#).

En cuanto al transporte privado, la mayor parte de las viviendas que cuentan con vehículo se ubican en la zona de la Bahía, mientras que, en buena parte de las viviendas ubicadas en la periferia, se carece de automóviles privados (Figura 9). Respecto a las viviendas que cuentan con motocicleta, es mayor su proporción en las viviendas de la periferia y menor en las zonas costeras. En la Figura 5 también se observa que las zonas donde hay más motos coinciden con las que tienen menos vialidades primarias y secundarias; pero, cabe mencionar que, en esas calles, donde algunas son terracerías, las motos pueden ser una opción más adecuada que los autos.

Figura 9. Vivienda con automóvil o motocicleta



Fuente: Elaboración propia, con base en Red Nacional de Caminos y Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020e, 2020f).

En la Figura 9 se puede observar las zonas de viviendas cuyos ocupantes disponen de automóvil o motocicleta, lo que les brinda la posibilidad de poder evacuar la ciudad por su cuenta. Se puede observar que quienes tienen automóvil se ubican en la zona costera, principalmente; en la zona de Acapulco Diamante además, las personas cuentan con la comunicación de una autopista que facilita su evacuación. En cambio, los habitantes de las zonas periurbanas son quienes, mayoritariamente, tienen motocicleta para su traslado, aunque la conectividad de estas zonas no es la adecuada.

La Tabla 1 permite observar cómo se ha dado un alto crecimiento en el número de vehículos. Si bien, el número de automóviles es alto, también hay un gran incremento en la posesión de motocicletas, lo que podría ser consecuencia de la deficiencia en el transporte público y de la conectividad de la red vial.

**Tabla 1.** Crecimiento de vehículos automotores

| Año         | Total   | Automóviles | Camiones para pasajeros | Camiones y camionetas para carga | Motocicletas |
|-------------|---------|-------------|-------------------------|----------------------------------|--------------|
| <b>1980</b> | 24 256  | 17 388      | 476                     | 4 378                            | 2 014        |
| <b>1990</b> | 51 427  | 37 401      | 747                     | 11 499                           | 1 780        |
| <b>2000</b> | 128 119 | 83 540      | 14 248                  | 26 150                           | 4 181        |
| <b>2010</b> | 247 054 | 167 056     | 17 704                  | 50 628                           | 11 666       |
| <b>2020</b> | 404 396 | 282 891     | 20 131                  | 58 368                           | 43 006       |
| <b>2022</b> | 468 165 | 323 400     | 20 306                  | 66 235                           | 58 224       |

Fuente: Vehículos de Motor Registrados en Circulación ([INEGI, 2022](#)).

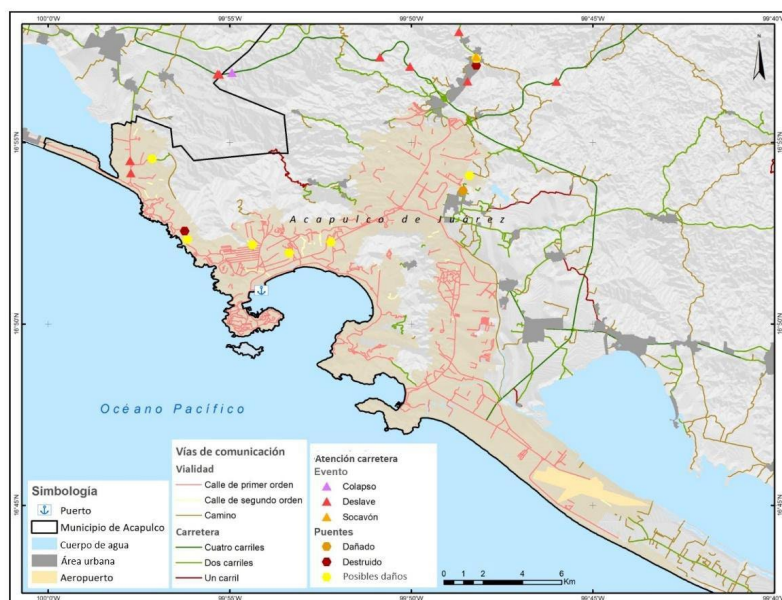
### **La emergencia detonada por Otis**

El 22 de octubre de 2023 se formó una depresión tropical en el océano Pacífico, a 640 del sur- sureste de Acapulco. Al día siguiente adquirió la categoría de tormenta tropical y se denominó Otis. Para el 24 de octubre, a las 12 horas, cada vez más cerca de Acapulco, se convirtió en huracán con categoría 1, a las 13 horas ya había aumentado su intensidad a categoría 2, dos horas más tarde alcanzó la categoría 3, a las 18 horas llegó a categoría 4, a las 21 horas, categoría 5 y, finalmente, a las 0:30 horas del día 25 de octubre tocó tierra en Acapulco con vientos de entre 270 y 330 km/h (SMN, 2023).

La devastación tras Otis fue mayúscula; prácticamente toda la población sufrió daños: en total 848 647 personas afectadas, 799 566 en la metrópoli de Acapulco, 79 605 personas afectadas en Coyoaca de Benítez; 58 víctimas fatales registradas oficialmente (pero la cifra podría ser mayor); más 274 000 viviendas y 47 000 locales comerciales resultaron afectados; en cuanto al servicio de salud, 126 unidades de salud sufrieron daños; 985 escuelas presentaron algún tipo de afectación y en 373 hoteles se registraron daños ([Oficina del Coordinador Residente y la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios, 2023](#)). También, otros efectos fueron los vehículos azotados o sumergidos en el mar, alrededor de 700 embarcaciones menores y grandes, de las más de 7000 que tienen un registro oficial para poder navegar en las playas de Acapulco. Las comunicaciones de telefonía e internet y las conexiones por carretera y aire quedaron cortadas. Gran parte de la flora de la ciudad fue arrasada por los vientos y, por ende, la fauna también sufrió afectaciones.

La ciudad de Acapulco quedó aislada del resto del país por las afectaciones que registraron el aeropuerto y las vías carreteras. La Secretaría de Infraestructura CT reportó daños derivados de procesos de ladera, cortes en carreteras y depósitos de sedimentos (Fig. 10).

**Figura 10.** Daños detonados por OTIS en la red vial y el aeropuerto



Fuente: Elaboración propia, con base en Red Nacional de Caminos (INEGI, 2020e) y a Oficina del Coordinador Residente y la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA, 2023).

Una vez que el huracán se disipó, la atención de la emergencia, por parte de las autoridades, fue deficiente, la ayuda proveniente del exterior de la ciudad tardó en llegar y su distribución fue lenta; en parte, debido a la destrucción y las afectaciones sufridas por el sistema vial, las vías presentaron colapsos por deslaves, socavones y la acumulación de sedimentos, y muchos puentes quedaron dañados o se destruyeron totalmente.

Acapulco es una evidencia de lo que sostienen Santos y De Las Rivas (2017), entre otros autores, al señalar que los planes urbanísticos poco anticipan los efectos del sistema de transporte en la ordenación del territorio, confiando en pocas infraestructuras estructurantes, las cuales resultan insuficientes para la dinámica cotidiana de la población, y más

aún en situaciones coyunturales como puede ser la emergencia detonada por un desastre.

La red vial primaria y secundaria es insuficiente, esto se agrava por el servicio de transporte público que no opera en las noches. El servicio de transporte público denominado “Acabús”, con capacidad para transportar diariamente 80.000 usuarios, aproximadamente y, con un horario de lunes a domingo de las 5:30 a las 23:00 horas, fue suspendido, de manera preventiva, desde el 24 de octubre por la llegada del huracán, y en los días posteriores no brindó servicio debido a la obstrucción de las calles y avenidas. El servicio se reanudó 8 días después, con un horario de las 6:00 a las 22:00 horas. Tampoco los automóviles particulares circularon, ya que, a los daños en la red se sumó el desabastecimiento de gasolina; muchos vehículos quedaron destruidos total o parcialmente por los efectos del viento, de las inundaciones y de los procesos de ladera. El sistema vial no habría aguantado un traslado masivo de la población a los albergues, así como tampoco hubiera sido capaz de facilitar la evacuación de la ciudad, porque no existía un plan.

Entre el 27 y 28 de octubre fueron evacuadas 387 personas turistas en vuelos operados por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA). El Aeropuerto Internacional de Acapulco reanuda operaciones el miércoles 1 de noviembre del 2023, mediante la operación de servicios de vigilancia Radar, para apoyar al puente humanitario con destino a la Ciudad de México.

La fuerza de Otis es innegable, pero, además incidió la falta de preparación y la escasez de tiempo para que la población pudiera acceder a los refugios, así como para recibir ayuda después de su paso, lo que dificulta que las personas se resguardaran en los refugios temporales y evacuaron la ciudad, pero, de haberse dispuesto de un mayor tiempo, probablemente la evacuación hubiera sido muy difícil por la carencia de un sistema de transporte adecuado.

## **DISCUSIÓN**

Entre las limitaciones más importantes para la realización del estudio está la información precisa sobre los daños puntuales que sufrió el sistema de transporte, tanto en la red vial como en los vehículos públicos y privados.

Dado que Acapulco es una ciudad propensa a sufrir el impacto de diversas amenazas que pueden afectar áreas extensas y a grandes cantidades de población, tanto local como foránea, es necesario considerar esta variable en la gestión de riesgos, especialmente en lo concerniente a la planeación de emergencias. No es raro que ciudades costeras que han crecido a partir del turismo tengan un sistema vial concentrado en las zonas turísticas, donde la densidad de población es baja, mientras que las áreas más densamente pobladas acumulen todo tipo de desventajas, entre ellas, las mayores carencias de red vial y de transporte público. Además, el transporte público se caracteriza asimismo por ser poco ordenado, lo que ha generado problemas de movilidad y de seguridad vial, que afectan la calidad de vida de quienes habitan en la ciudad, e incluso de quienes la visitan.

También, el caso de Acapulco es particularmente complicado por su relieve, gran parte de la ciudad está asentada en las laderas del anfiteatro, en donde los cauces de los ríos han sido convertidos en vialidades. El hecho de que, la mayoría de las colonias sean de origen irregular, ha implicado que se ubiquen en zonas expuestas, de pendientes considerables, vulnerables a procesos de ladera; otras se han ubicado en zonas pantanosas con tendencia a inundarse; pero, igualmente, han quedado al margen de una planeación urbana que contemple el trazado de una red vial que facilite el tránsito de las personas.

El caso del huracán Otis en Acapulco evidenció diversas fallas de la planeación, en general y de la gestión de riesgos, en particular. A partir de la revisión de la literatura sobre este tema en México, es claro que no es una variable que se haya considerado en la gestión de riesgos; sin embargo, es importante hacerlo para poder incluir el sistema de transporte en la planeación de la atención de emergencias. En el ámbito internacional, el tema tampoco se ha desarrollado ampliamente, aun cuando con frecuencia ocurren tragedias por la incapacidad de los gobiernos de realizar evacuaciones masivas exitosas, ejemplo de ello ocurrió en la costa surenoriental de Estados Unidos con el huracán Katrina en 2005 (Cole y Fellows, 2008; Gheyntanchi *et al.*, 2007).

## CONCLUSIONES

Un buen sistema de transporte es prioritario para reducir el impacto de los desastres: tanto para facilitar el traslado de la población a los albergues y evacuar la ciudad o algunas de sus colonias, como para abastecer de lo necesario para la atención de la emergencia y la recuperación.

El caso del huracán Otis permite ilustrar la importancia del sistema vial en la gestión de riesgos: las vialidades resultaron tan afectadas que se interrumpió la comunicación necesaria para que arribara, tanto personal de apoyo, como insumos básicos. Además, de haberse intentado una evacuación, habría sido compleja la movilización de la población fuera de la ciudad e incluso el traslado de los sectores más desprotegidos habría sido complicado, debido no solo a la premura del tiempo por el rápido aumento de la categoría del huracán, sino a las condiciones insuficientes del sistema de transporte.

Un estudio en una escala local podría contribuir a detectar sitios puntuales del área urbana para implementar mejoras que reduzcan la vulnerabilidad, lo mismo a escala regional, para contribuir a que las carreteras faciliten la llegada de los insumos.

Con este trabajo se muestra cómo la insuficiencia de la red vial, aunada a la deficiencia en la operación del transporte público contribuyen a no contar con las vías adecuadas de evacuación ante una amenaza de la magnitud del huracán Otis, por lo que este estudio es un trabajo inicial para investigaciones posteriores que contribuyan a la prevención de desastres.

## REFERENCIAS

- Aghababaei, M. T. S., Costello, S. B., & Ranjitkar, P. (2021). Measures to evaluate post-disaster trip resilience on road networks. *Journal of transport geography*, 95, 103154.
- Alexander, D. E. (2002). *Principles of emergency planning and management*. Oxford University Press, USA.
- Balijepalli, C., & Oppong, O. (2014). Measuring vulnerability of road networks considering the extent of serviceability of critical road links in urban areas. *Journal of Transport Geography*, 39, 145-155.
- Bautista, A. F. (2018). Análisis de accesibilidad y conectividad de la red vial intermunicipal en el micro-sistema regional de la provincia Centro en Boyacá, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 23(1).

- Berdika, K. 2002. An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done. *Transport Policy*, 9, 117-127.
- Bono, F., & Gutiérrez, E. (2011). A network-based analysis of the impact of structural damage on urban accessibility following a disaster: the case of the seismically damaged Port Au Prince and Carrefour urban road networks. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1443-1455.
- Cardona, O. (2008). Medición de la gestión del riesgo en América Latina. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 3, p.1-20. <http://hdl.handle.net/2099/7056>.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2024). Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México: Resumen ejecutivo 2023. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/504-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2023.PDF>
- Chang, S. E., & Nojima, N. (2001). Measuring post-disaster transportation system performance: the 1995 Kobe earthquake in comparative perspective. *Transportation research part A: policy and practice*, 35(6), 475-494. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=efc77bdcca922a49d5d10b70f68a3e652908c8ae>
- Contreras Moya, M. (2021). *Metodología para integrar a la gestión de riesgo de infraestructura vial la vulnerabilidad social y la dependencia a infraestructura crítica ante eventos naturales. Aplicación práctica al Volcán Villarrica (Chile)*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/handle/10251/166717>
- Cole, T. W., & Fellows, K. L. (2008). Risk communication failure: A case study of New Orleans and Hurricane Katrina. *Southern Communication Journal*, 73(3), 211-228. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10417940802219702>
- Garro-Quesada, M. D. M., Vargas-Leiva, M., Girot, P. O., & Quesada-Román, A. (2023). Climate risk analysis using a high-resolution spatial model in Costa Rica. *Climate*, 11(6), 127.
- Gheytanchi, A., Joseph, L., Gierlach, E., Kimpara, S., Housley, J., Franco, Z. E., & Beutler, L. E. (2007). The dirty dozen: twelve failures of the hurricane Katrina response and how psychology can help. *American psychologist*, 62(2), 118.

- Gil, Evelyn Y. y González, Juan F. (2021). *Estudio preliminar de la vulnerabilidad física del corredor vial Zipaquirá- Ubaté Ruta 45A04*. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad La Salle, Bogotá. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1970&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1970&context=ing_civil)
- Gobierno de México. (2022). *Programa Nacional de Protección Civil 2022-2024*. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5673256>
- Gonçalves, L. A. P. J., & Ribeiro, P. J. G. (2020). Resilience of urban transportation systems. Concept, characteristics, and methods. *Journal of Transport Geography*, 85, 102727. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096669231930780X>
- Granados, R. Villaseñor, A. y Toscana, A. (2020). *Atlas de vulnerabilidad urbana ante COVID en las Zonas Metropolitanas. Zona Metropolitana de Acapulco*. Instituto de Geografía, UNAM. ISBN 978-607-30-4096-9
- Hincapié Vélez, G. D. (2021). Disparidades económicas y el rol del sistema vial. Evidencia para Antioquia, Colombia. *Cuadernos de Economía*, 40(83), 483-513. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v40n83.80608>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1940). *Sexto Censo de Población 1940*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1940/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1950). *Séptimo Censo General de Población 1950*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1950/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1960). *VIII Censo General de Población 1960*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1960/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1970). *IX Censo General de Población 1970*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1970/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1980). *X Censo General de Población y Vivienda 1980*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1980/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1990). *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1990/>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1995). Marco geoestadístico nacional 1995. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Mapa>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2005). Marco geoestadístico nacional 2005. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Mapa>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Marco geoestadístico nacional 2015. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Mapa>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020a). *Marco geoestadístico Nacional 2000*. México. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Mapa>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020b). *Marco geoestadístico Nacional 2010*. México. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Mapa>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020c). *Marco geoestadístico Nacional 2020*. México. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Mapa>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020d). *Continuo de elevación del territorio*. México. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020e). *Red Nacional de Caminos*. México. <https://www.inegi.org.mx/temas/viascomunicacion/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020f). *Censo de Población y Vivienda 2020*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020g). *Sistema para la consulta de información censal 2020*. México. <https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Vehículos de Motor Registrados en Circulación*. México. [https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est&c=13158&proy=vmrc\\_vehiculos](https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est&c=13158&proy=vmrc_vehiculos)
- Integralia Consultores. (2024). *La huella de Otis en Acapulco. Un análisis de las secuelas políticas, económicas y sociales*. Reporte especial. Integralia Consultores. México.
- Miralles Guasch, C. (2013). Presentación: dossier metodologías y nuevos retos en el análisis de la movilidad y el transporte. *Revista Transporte y Territorio*, (8), 1-6.
- Nagurney, A., & Qiang, Q. (2007). A transportation network efficiency measure that captures flows, behavior, and costs with applications to network component importance identification and vulnerability. In *Proceedings of the POMS 18th Annual Conference*, Dallas, Texas, Vol. 4. <https://supernet.isenberg.umass.edu/articles/POMS2007NagurneyQiang.pdf>
- Nakanishi, H., Matsuo, K., & Black, J. (2013). Transportation planning methodologies for post-disaster recovery in regional communities: the East Japan Earthquake and tsunami 2011. *Journal of Transport Geography*, 31, 181-191. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.005>
- Oficina del Coordinador Residente y la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) (2023). *México: Huracán Otis*. Informe de Situación N° 2, al 15 de noviembre de 2023. <https://www.unocha.org/publications/report/mexico/mexico-huracan-otis-informe-de-situacion-no-01-al-08-de-noviembre-de-2023>
- Quesada-Román, A., Hidalgo, H. G., & Alfaro, E. J. (2024 a). Assessing the impact of tropical cyclones on economic sectors in Costa Rica, Central America. *Tropical Cyclone Research and Review*, 13(3), 196-207.
- Quesada-Román, A., Torres-Bernhard, L., Hernández, K., & Martínez-Rojas, N. (2024 b). Historical trends and future implications of disasters in Honduras. *Natural Hazards*, 120(13), 12313-12339.
- Santos y Ganges, L., & de las Rivas Sanz, J. L. (2017). Ciudades con atributos: conectividad, accesibilidad y movilidad. *Ciudades*, (11), 13-32. <https://doi.org/10.24197/ciudades.11.2008.13-32>

- Sistema Integral de Transporte, Acabús. (2014). AB Acabús. <https://aca-bus.gob.mx/>
- Sumalee, Agachai & Kurauchi, Fumitaka (2006). Network Capacity Reliability Analysis Considering Traffic Regulation after a Major Disaster. *Netw Spat Econ* 6(3), 205-219. DOI 10.1007/s11067-006-9280-0 [https://www.researchgate.net/profile/Fumitaka-Kurauchi/publication/5153086\\_Network\\_Capacity\\_Reliability\\_Analysis\\_Considering\\_Traffic\\_Regulation\\_after\\_a\\_Major\\_Disaster/links/00b-7d5211c79ccf6ca000000/Network-Capacity-Reliability-Analysis-Considering-Traffic-Regulation-after-a-Major-Disaster.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fumitaka-Kurauchi/publication/5153086_Network_Capacity_Reliability_Analysis_Considering_Traffic_Regulation_after_a_Major_Disaster/links/00b-7d5211c79ccf6ca000000/Network-Capacity-Reliability-Analysis-Considering-Traffic-Regulation-after-a-Major-Disaster.pdf)
- Tobar-Insuasty, C. A. (2024). Impacto de la Inversión en Infraestructura Vial sobre el Crecimiento Económico del Departamento De Nariño, Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1254-1274.
- Toscana Aparicio, A., & Villaseñor Franco, A. (2018). Las tormentas Ingrid y Manuel en La Montaña de Guerrero, 2013. La atención de la emergencia. *Sociedad y ambiente*, (16), 59-89.
- Tsang, M., & Scott, D. M. (2020). An integrated approach to modeling the impact of floods on emergency services: a case study of Calgary, Alberta. *Journal of transport geography*, 86, 102774. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102774>
- Villaseñor-Franco, A. & Campos Cámara, B. (2024). El sistema vial y la movilidad de la ciudad de Acapulco ante el Huracán Otis. En: Frausto - Martínez, O., Morales-Hernández, J. C., en Villaseñor– Franco, A., Aguilar Becerra, C. D., y Carreto Gutiérrez, J. A. (Coord.). *Resiliencia ante el huracán Otis: lecciones aprendidas en la gestión del desastre en Acapulco, Guerrero*. Universidad Autónoma de Guerrero - REDESClim, México.
- Villaseñor-Franco, A., Toscana-Aparicio, A., & Granados-Ramírez, G. R. (2017). In-justicia espacial en Guerrero, México: estudio de la red vial en relación a los fenómenos meteorológicos Ingrid y Manuel/ Spatial (In) justice in the State of Guerrero, Mexico: An Analysis of the Road System in the Aftermath of Hurricanes Ingrid and Manuel. *Journal of Latin American Geography*, 16(2), 49-67.

Zamorano, J. J. & Toscana-Aparicio, A. (2013). El paraíso en riesgo: Los efectos del huracán Paulina (1997) en Acapulco. En Toscana-Aparicio, A. & Monroy, J. F. (Coord.), *Riesgos y desastres. Aproximaciones teóricas y empíricas*, Plaza y Valdés, México.