



# Temas selectos de riesgo socioambiental en el sureste de México





# Temas selectos de riesgo socioambiental en el sureste de México

Coordinador

Horacio Morales Iglesias





El jaguar es una de las especies más representativas de la fauna chiapaneca y el símbolo por antonomasia de la biodiversidad en nuestro estado. Bajo su nombre están contenidos todos los títulos pertenecientes al ámbito de las ciencias naturales producidos en la universidad.

Primera edición: 2024

D. R. ©2024. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático  
1ª Avenida Sur Poniente número 1460  
C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.  
[www.unicach.mx](http://www.unicach.mx)  
[editorial@unicach.mx](mailto:editorial@unicach.mx)

ISBN: 978-607-543-214-4

Diseño de la colección: Manuel Cunjamá  
Diseño de portada: David Alejandro Rojas Serrano

Los capítulos que integran la obra fueron dictaminados por especialistas externos bajo la modalidad de pares ciegos.

Impreso en México



## Índice

Prólogo.....	7
Representaciones sociales del riesgo de desastres de jóvenes de educación media superior en la localidad de Salto de Agua, Chiapas.....	9
<i>Mariely Cristal Lara-Salvador</i> <i>Deysi Ofelmina Jerez-Ramírez</i>	
Construcción socioambiental del riesgo ante el impacto de ciclones tropicales en ciudades internas como Berriozábal, Chiapas.....	31
<i>Stephanie Carolina Navarro-Mora</i> <i>Marcelino García-Benítez</i> <i>Emmanuel Díaz-Nigenda</i>	
Análisis de las prácticas alimentarias de dos comunidades de Chiapas, México.....	45
<i>Andrea Venegas-Sandoval</i> <i>Adriana Caballero-Roque</i> <i>Patricia Abraján-Hernández</i> <i>José Francisco Pinto-Castillo</i> <i>Emmanuel Díaz-Nigenda</i> <i>Sandra Urania Moreno-Andrade,</i> <i>Williams Vázquez-Morales</i>	
Cambio de uso y cobertura del suelo: una perspectiva desde la agricultura y la ganadería en el municipio de La Trinitaria, Chiapas.....	57
<i>Edgar Daniel Calvo-López</i> <i>Emmanuel Díaz-Nigenda</i> <i>Horacio Morales-Iglesias</i> <i>Andrea Venegas-Sandoval</i> <i>Ariosto López-Alegría</i> <i>Williams Vázquez-Morales</i> <i>José Francisco Pinto-Castillo</i>	

Antropización de la cobertura vegetal de los paisajes físico-geográficos de la cuenca río La Virgen, Ocosingo, Chiapas.....	71
<i>Elí Obed Gutiérrez-Solís</i>	
<i>Horacio Morales-Iglesias</i>	
<i>Luis Giovanni Ramírez-Sánchez</i>	
Isla de calor urbana: caso exposición térmica en la movilidad ciudadana en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.....	81
<i>Josué Cruz-Damián</i>	
<i>Williams Vázquez-Morales</i>	
<i>Emmanuel Díaz-Nigenda</i>	
<i>Andrea Venegas-Sandoval</i>	
Análisis estadístico de la sismicidad reportada por el Servicio Sismológico Nacional en el estado de Oaxaca .....	99
<i>Gildardo Talavera-Cervantes</i>	
<i>Avith del Refugio Mendoza-Ponce</i>	
Semblanzas .....	117
.	

## Prólogo

**E**l objeto que plantea esta obra científica intitulada: “Temas selectos de riesgo socioambiental en el sureste de México” es de llamar la atención porque los temas se han desarrollado con sólidas bases científicas, los cuales llevarán al lector a conocer los fenómenos emergentes, complejos e ineludibles en la cotidianidad del sureste mexicano.

De tal modo que es un orgullo prologar esta obra original, que representa las distintas miradas científicas, pero, sobre todo, sensibles, a esas realidades contrastantes que incluyen la relevancia de la caracterización, monitoreo y representación de las condiciones naturales y sus interacciones con la sociedad en un marco territorial.

Bajo esta premisa y en el marco de una filosofía que pondera el respeto y libertad; en esta nueva etapa del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IIGERCC), unidad académica de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), las y los investigadores de las diversas áreas de las ciencias convergen en la necesidad, pero sobre todo en la obligación de llevar a cabo esfuerzos de conjuntar aportes a problemáticas que demandan la construcción interdisciplinaria de soluciones, a través del enriquecimiento de las perspectivas holísticas e integradoras de tópicos selectos. Es por cuanto, esta obra representa también el resultado de trabajar en una dinámica de exigencia académica con el afán de socializar la misión ineludible de hacer ciencia para mantener informada a la sociedad y a los tomadores de decisiones a nivel local y nacional.

Esta iniciativa es deudora de la visión del doctor Horacio Morales Iglesias, profesor-investigador que pertenece al Cuerpo Académico Consolidado Gestión de Riesgos, quien como coordinador de la obra ha hilado los aportes disciplinarios en un documento resultado de investigaciones con ópticas distintas sobre la realidad del sureste de México.

El resultado de este material constituye una meta relevante en el Plan Rector de Desarrollo Institucional 2021-2025 de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, que plantea una universidad protagónica en el bienestar y desarrollo social de Chiapas.

Dra. Sandra Urania Moreno Andrade  
Directora del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático  
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas



# Representaciones sociales del riesgo de desastres de jóvenes de educación media superior en la localidad de Salto de Agua, Chiapas

Mariely Cristal Lara-Salvador, Deysi Ofelmina Jerez-Ramírez

## Resumen

El objetivo principal de investigación ha sido caracterizar la relación conocimiento-práctica y entorno-sociedad que configura las representaciones sociales sobre riesgo de desastres (riesgo asociado a inundaciones) de jóvenes de la localidad de Salto de Agua, Chiapas (México). Se parte de la integración teórico-conceptual entre el enfoque social del estudio del desastre y la Teoría de Representaciones Sociales. La metodología es de tipo cualitativa, aunque algunos instrumentos se enfocaron en la recopilación de información cuantificable; dadas las características del estudio, la recolección de datos se desarrolló a partir de una triangulación de métodos: micro-censo, entrevistas a profundidad y talleres de cartografía social.

Los hallazgos de investigación se han analizado en torno a dos categorías relativas a las RS: dimensión sociocognitiva y dimensión socioterritorial. La primera categoría aborda los conocimientos, saberes, prácticas y comportamientos de la población de estudio, organizados en tres grupos: *a)* aquellos que han sufrido directamente los daños por inundación; *b)* aquellos que no han sufrido el fenómeno de inundación, pero han vivido la experiencia solidaria; *c)* aquellos que no han sufrido ni vivido la experiencia del fenómeno. El análisis socioterritorial, segunda categoría, se basa en las dinámicas socioambientales marcadas territorialmente por la identificación espacial de los elementos del riesgo.

## Introducción

El Marco de Acción de Sendai, actual plataforma internacional sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), establece cuatro prioridades de acción: *a)* comprender el riesgo; *b)* fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para una mejor gestión; *c)* invertir en la reducción del riesgo; y *d)* aumentar la preparación ante el riesgo de desastres para una respuesta más efectiva (ONU, 2015). La primera de estas prioridades se enfoca en el estado de conocimiento de las sociedades respecto de las dimensiones que conforman dicha problemática socioambiental; es decir, la exposición, las características de la amenaza, el conjunto de vulnerabilidades y las capacidades colectivas.

En lo cotidiano, las personas comprenden y se orientan en la realidad a través de los conocimientos adquiridos de su entorno, lo cual les proporciona las herramientas adecuadas para hacer frente a ciertos eventos que pueden alterar dicha cotidianidad, como lo son los desastres. Así entonces, adicional a la información de carácter técnico que puedan proporcionar la comunidad

de expertos, es fundamental entender el conjunto de paradigmas que configuran la construcción social de lo que llamamos la realidad.

Bajo este tenor, el objetivo principal de investigación ha sido caracterizar la relación conocimiento-práctica y entorno-sociedad que configura las representaciones sociales sobre riesgo de desastres de los jóvenes de la Escuela Preparatoria Salomón González Blanco en localidad de Salto de Agua, Chiapas. En este caso en específico, se trabajó con el riesgo asociado a inundaciones, dado el alto nivel de exposición de la zona; por ejemplo, en noviembre de 2023 se presentó la más reciente alerta a causa del posible desbordamiento del río Tijulá y las fuertes precipitaciones causadas por el Sistema Frontal #8, situación que configuró un riesgo para las 300 localidades que conforman el municipio.

Cabe señalar que la intención primaria de este trabajo es rescatar la voz de aquellos actores sociales que frecuentemente son excluidos en el debate del tema de interés (grupo de jóvenes); conocer su sentir y pensar, así como los medios con los que se nutren los conocimientos de dichas representaciones.

Así entonces, la estructura del capítulo se compone de cinco apartados, además de las conclusiones. En la primera sección se describen y explican los enfoques que sustentan teórica y conceptualmente el trabajo: el modelo de Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) y la Teoría de Representaciones Sociales (TRS). El segundo y tercer apartado, respectivamente, exponen la metodología utilizada para la recolección de datos en campo y la contextualización del área de trabajo, rubro que fue complementado con los datos recolectados mediante el microcenso. Respecto a los resultados, los principales hallazgos fueron organizados en torno a dos categorías de análisis: sociocognitiva y socioterritorial. Por último, el ejercicio de disertación desarrollado en el subcapítulo 5 es complementado con una breve reflexión final que apunta hacia los aprendizajes que se reclaman desde las nuevas agendas de RRD.

## **Estudio social del riesgo de desastres y representaciones sociales**

### ***Modelo de Gestión Integral del Riesgo de Desastres***

Desde sus inicios, a partir de primeros trabajos como los de Prince (1968) o White (1974), el enfoque social –también llamado paradigma alternativo– del estudio de los desastres ha señalado la necesidad de incluir nuevas variables al análisis del riesgo. La vulnerabilidad social es un concepto clave que entraría a modificar la tradicional visión con que se abordaban las causas de los desastres, esquema que se consolidó en la década de los ochenta con contribuciones como las de Hewitt (1983), Wyjkman y Timberlake (1984), y Anderson y Woodrow (1989).

La vulnerabilidad agrupa todas aquellas dinámicas psicológicas, sociales, económicas, culturales y políticas de las poblaciones afectadas, que configuran escenarios previos de susceptibilidad ante la exposición a un peligro. El desastre, por otra parte, es considerado como “una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad que causa graves pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficiente para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus



propios medios" (Cosamalón *et al.*, 2009:18). Como sabemos, no todos los fenómenos naturales se convierten en desastres, sino que estos se producen a partir de la relación que existe entre la amenaza y los factores de vulnerabilidad contruidos colectivamente.

La incorporación de la vulnerabilidad a la ecuación del riesgo, junto con la amenaza, cuestionó al discurso fiscalista que naturalizaba los desastres. El paradigma de la vulnerabilidad permitió identificar el espacio en donde se debe incidir a partir del desarrollo de políticas y estrategias gubernamentales, sectoriales y comunitarias para la prevención y mitigación de los riesgos, objetivos agrupados en la idea de gestión integral. La gestión integral del riesgo de desastres (GIRD) está "conformado por una serie de decisiones, acciones y actividades, así como una coordinación transversal, entre los diferentes actores institucionales y sociales, para conocer y transformar las necesidades y debilidades expresadas en las diferentes vertientes de la vulnerabilidad y exposición, en respuestas puntuales y soluciones colectivas, cuyo objetivo principal sea la deconstrucción del riesgo" (Alcántara *et al.*, 2019: 2).

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2012), la gestión del riesgo debe abarcar un conjunto de componentes prospectivos, correctivos y reactivos, con el fin de generar una sinergia circular que se movilice por las etapas de prevención, estimación, mitigación, preparación, respuesta y reconstrucción (ver figura 1).

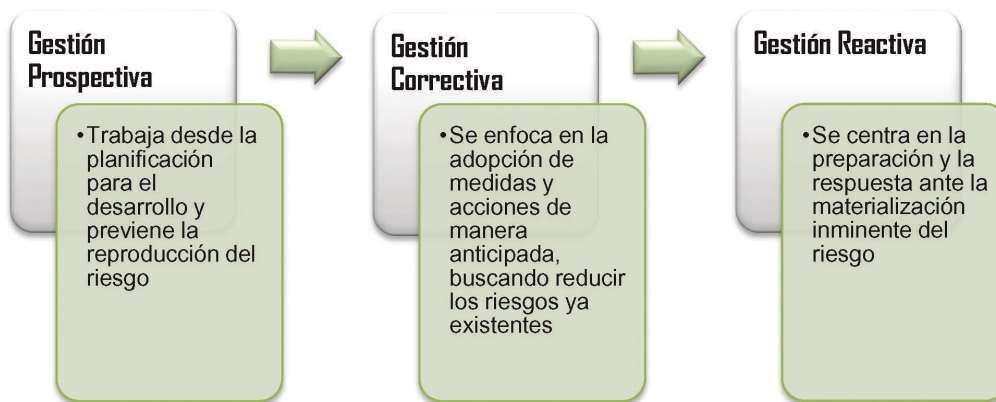


Figura 1. Tipos de gestión. Elaboración propia con datos del PNUD (2012).

El modelo de GIRD se fundamenta en la premisa que reconoce a los desastres como procesos derivados de una construcción social del riesgo, propuesta analítica que requiere de la contextualización de la zona de estudio, no sólo en relación con las características físicas y materiales de la vulnerabilidad y la amenaza, sino también de los aspectos culturales y psicosociales que configuran el sistema de pensamiento compartido de la población de estudio. Es en este marco en donde la TRS se ha insertado con gran éxito, buscando establecer la forma en que las comunidades generan conocimientos y orientan prácticas ante escenarios de exposición.

### ***Teorías de representaciones sociales: conceptos y corrientes de pensamiento***

Los límites que enmarcan la síntesis conceptual de las representaciones sociales aún se encuentran en debate, hecho que evidencia la complejidad de los fenómenos sociales y psicológicos a los que hace referencia dicho término. La TRS fue desarrollada por Serge Moscovici a mediados del siglo pasado, tomando como base la noción de representaciones colectivas de Émile Durkheim y redefiniendo las fronteras colaborativas entre el campo sociológico y el psicológico.

Las representaciones sociales (RS) operan como “un sistema de interpretación de la realidad, que tutela las relaciones de una persona en relación con su entorno físico y social. Dicho sistema se considera una guía, pues orienta las acciones de una persona y sus relaciones sociales” (Huaiquián-Billeke y Vera-Urra, 2022: 99). Las RS se caracterizan por ser producidas por sujetos, no sólo a través de procesos individuales, sino también de procesos colectivos, los cuales adquieren un significado propio dependiendo del contexto en el que interactúan y se comunican las entidades; son dinámicas ya que pueden movilizarse en el tiempo y el espacio. Así entonces, la teoría de la representación social se presenta como una forma de comprender la red de interacciones cotidianas mediante las cuales las personas crean significados sobre sí mismas, sobre los demás y sobre su entorno (Di Lorio, 2013), todo a través de la comunicación.

El interés por las RS como herramienta teórica y analítica generó la especialización de su estudio a partir de escuelas orientadas hacia diferentes dimensiones del fenómeno representacional.

La escuela procesual, liderada por el propio Moscovici y continuada por Jodelet (1986), se ocupó de la parte constituyente, es decir, los procesos y las dinámicas que originan y recrean la representación social. “Se refiere al proceso, al movimiento, a lo social y dinámico de la representación” (Osorio y Vargas, 2006: 13).

Por su parte, el trabajo de Abric, Codol y Flament en Aix-en-Provence durante la década del setenta, gestó las bases de la escuela estructuralista y los principales aportes respecto a la organización núcleo-periferia de las representaciones (Flament, 1989; Abric, 1994). La teoría del núcleo central establece que aquellos conceptos y elementos narrativos que se ubican en el medio de la estructura son más fijos y estables en su función referencial –que otorga sentido a la RS–, que aquellos elementos secundarios que entretajan la representación hacia espacios más superficiales o periféricos.

Finalmente, la escuela sociológica o sociodinámica, principalmente asociada a los trabajos de Doise (1986), tuvo como principal objetivo el seguimiento o “rastreo” de la huella cultural impresa en las acciones individuales (Coronado y Montoya, 2016), utilizando el enfoque interaccionista para señalar la relación entre cognición y práctica social.

El presente trabajo se define desde la corriente procesual, en tanto que el objetivo de la investigación no sólo se orientó hacia la caracterización de los contenidos, sino también de los procesos constitutivos de la RS sobre riesgo de desastres.

### ***Representaciones sociales y estudio del riesgo de desastres***

Es ya reconocida la utilidad que reviste la TRS en el abordaje de diversas temáticas como educación, salud, política, opinión pública y demás. Recientemente, el modelo teórico-conceptual

moscoviciano también se ha ocupado de los aspectos sociocognitivos que intervienen en la generación de conocimientos y prácticas en torno al riesgo de desastres. Cabe señalar que gran parte de los estudios sobre riesgo de desastres han recurrido al concepto de percepción social para incorporar el aspecto psicosocial (Soares y Murillo, 2013; Bempah y Øyhus, 2017; Fernández, 2021); no obstante, esta noción no explora en la integración cognitiva de la realidad con aspectos que anteceden la experiencia misma y que hacen parte del sistema de pensamiento compartido.

Ahora bien, el uso de la teoría moscoviana para el estudio del riesgo de desastres, también requiere de ciertos ajustes. En la investigación de Jerez-Ramírez (2018; 2021), la autora explica la dificultad de utilizar en el estudio de RRD, las tipologías desarrolladas por Marcos Reigota (1990) como representaciones sociales del medio ambiente (naturalistas, globalizantes, antropocéntricas).



Figura 2. Tipologías de RS para los estudios socioambientales sugeridas por Marcos Reigota. Elaboración propia con datos de Reigota (2014) y Jerez-Ramírez (2018).

Jerez-Ramírez (2021) explica que, si bien los desastres son parte de las problemáticas socioambientales del contemporáneo, la integración entre elementos teórico-conceptuales propios del estudio social del riesgo y la TRS genera nuevas necesidades analíticas que, en consecuencia, conlleva a la construcción de nuevas tipologías de RS: sociocognitiva, socioestructural y socioterritorial.

En esta investigación se ha trabajado únicamente con la categoría sociocognitiva y la categoría socioterritorial. La primera, reúne la información sobre fuentes, medios, conocimientos y prácticas (contenido básico) entorno al riesgo de desastres. La segunda, socioterritorial, se explora a partir de la lectura del espacio habitado; es decir, las RS que las personas han construido sobre su entorno en exposición al riesgo y la forma cómo han actuado sobre el lugar que ocupan a partir de dicha representación. En la región latinoamericana, otros documentos que han utilizado la TRS en el análisis del riesgo de desastres son los trabajos de Toscana y Valdez (2014), y Hernández *et al.*, (2018), casos en los que dicha perspectiva teórico-metodológica ayudó a comprender la forma en que las nociones relacionadas al riesgo y su gestión, se insertan y configuran los sistemas de pensamiento colectivo.

## Metodología

La metodología empleada tiene un enfoque principalmente cualitativo, dada la naturaleza del objeto de estudio (RS del riesgo de desastres), aunque algunos instrumentos se enfocaron en la recopilación de información cuantificable. La recolección de datos se desarrolló a partir de una triangulación de métodos: micro-censo, entrevistas a profundidad y talleres de cartografía social, cuyos resultados o datos fueron interpretados a la luz de la teoría de representaciones sociales y del enfoque social de los desastres. Cabe destacar que, previo a la construcción de los instrumentos y al diseño de los talleres, se desarrolló un ejercicio de revisión documental, en busca de identificar algunos estudios con metodologías similares que ampliaran la información necesaria sobre los instrumentos seleccionados para esta investigación.



Figura 3. Triangulación de instrumentos. Elaboración propia.

Tomando como referencia el documento de CENAPRED (2006), en la elaboración del micro censo realizado con los estudiantes se recolectó información sobre: datos demográficos, educación, datos socioeconómicos, personas expuestas a la amenaza, infraestructura y vivienda. Este diagnóstico permitió caracterizar las condiciones previas de susceptibilidad que presentan los sujetos participantes ante el riesgo por inundación.

El estudio se realizó con estudiantes de la Escuela Preparatoria Salomón González Blanco, la cual está constituida, actualmente, por 266 estudiantes (141 mujeres y 125 hombres) que están distribuidos entre el primer (112 estudiantes), segundo (70 estudiantes) y tercer año (84 estudiantes). La población docente es de 22 profesores y profesoras, además del personal administrativo (13).

Para poder elegir el grupo de trabajo se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia, técnica que tiene en cuenta, para la conformación de la muestra, aspectos como la disponibilidad de la población y el nivel de acceso a los nichos de estudio. En la primera etapa, correspondiente al censo y las entrevistas a profundidad semiestructurada, la muestra fue de 60 estudiantes de

los 266 matriculados en la institución educativa seleccionada para el estudio; es decir, casi 23% del total de la población estudiantil. El 51% de estudiantes entrevistados fueron mujeres y el 49% restante fueron hombres. Este grupo se distribuyó desde segundo hasta sexto semestre de bachillerato, por lo que el rango de edad se estableció entre los 15 y 18 años.

La segunda fase, correspondiente a los talleres de cartografía social, también fueron desarrollados con 3 cursos (segundo, cuarto y sexto semestre), aunque varió la participación del total de estudiantes (45 estudiantes; 47% hombres y 53% mujeres) con relación a la primera fase, debido a actividades paralelas de la institución.

### Caracterización del área de estudio

El municipio de Salto de Agua se ubica en la Región Socioeconómica XIV Tulijá Tzeltal-Chol. Limita al norte con el estado de Tabasco y Palenque, al este con Palenque, al sur con Chilón y al oeste con Tumbalá y Tila (CEIEG, 2023). La región hidrológica en la que se encuentra ubicado el municipio de Salto de Agua es la Grijalva–Usumacinta, desembocando en las cuencas del río Grijalva–Villahermosa en un 99% y al río Usumacinta en un 1%, aproximadamente. Las principales corrientes de agua en el municipio son: río Tulijá, río Bascán, río Shumuljá, arroyo Misol-Ha, arroyo Ixteljá, arroyo Yaxol y río Tianijá; y las corrientes intermitentes: arroyo Tianijá, arroyo El Calabozo, arroyo Napakjá, arroyo Buenavista, arroyo Chinol, arroyo Víctorico, arroyo Cumupá, arroyo Agua Azul, arroyo Agua Blanca y arroyo Michol (CEIEG, 2023).

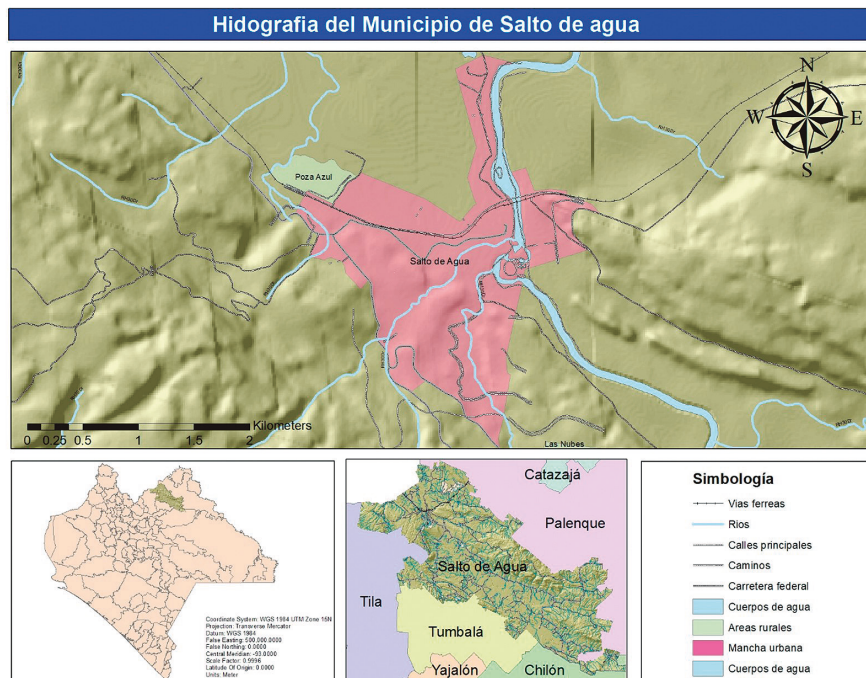


Figura 4. Mapa de ubicación de la localidad de Salto de Agua, Chiapas. Elaboración propia con datos de INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>



Geográficamente, el municipio está localizado sobre el noreste del estado de Chiapas, justo en las partes bajas de montaña (piedemonte), área en donde las lluvias se intensifican debido a las condiciones orográficas de la región. El aumento en la intensidad de las precipitaciones ha provocado escurrimientos e incremento del caudal del río Tulijá, situación que, en varias ocasiones, ha desencadenado fuertes emergencias.

El municipio de Salto de Agua presenta lluvias desde 70 hasta 150 mm que son características para esta región del estado de Chiapas; sin embargo, pueden ser superiores a este rango cuando los frentes fríos se asocian con la circulación de sistemas tropicales en el mar Caribe o el golfo de México. Un ejemplo fue el frente frío No. 4 y tormenta tropical *Noel* en 2007, así como el frente frío No. 3 y tormenta tropical *Matthew* en el mes septiembre de 2010 (CONAGUA, 2013).

Otras emergencias recordadas por la severidad de los daños y la magnitud del evento se encuentran las inundaciones ocurridas en 1943, 1967 y 2008.



**Imagen 1.** Inundación en la localidad de Salto de Agua Chiapas en el año de 1943, la imagen muestra la presidencia municipal inundada. Autor: Jorge Oscar Huy Gutiérrez; archivo municipal.



**Imagen 2.** Inundación en la localidad de Salto de Agua Chiapas en el año de 1967, la imagen muestra la calle Hidalgo de la zona centro inundada. Autor: Jorge Oscar Huy Gutiérrez; archivo municipal.



Recientemente, en el año 2020, las fuertes precipitaciones causadas por la interacción de la tormenta tropical *Eta* y los frentes fríos 10 y 11 dejó afectados más de 50 municipios del estado de Chiapas, incluido el municipio de Salto de Agua (60 familias afectadas).



**Imagen 3.** Inundación en la localidad de Salto de Agua Chiapas en el año de 2020. La imagen muestra parte de la calle Vicente guerrero y afectaciones en viviendas. Autor: Cristal Lara-Salvador Lara (2020).



**Imagen 4.** Inundación en la localidad de Salto de Agua Chiapas en el año de 2020. La imagen muestra parte de la calle Independencia y se puede apreciar el nivel del cauce del río Tulijá. Autor: Cristal Lara-Salvador (2020).

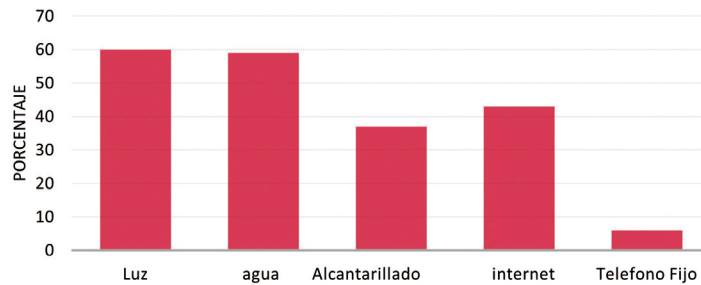
### ***Descripción de las características de vulnerabilidad del grupo de estudio***

Según el más reciente censo (Secretaría de Economía, 2020), la población de Salto de Agua está conforma de 64,251 habitantes (49.6% hombres y 50.4% mujeres), distribuidos en 300 localidades. Entre los indicadores más preocupantes sobre las carencias sociales de este municipio se encuentran la falta de acceso a servicios básico en la vivienda (92.5%) y a la seguridad social (86.7%), el rezago educativo (31.1%), la carencia por acceso a la alimentación (19.8%) y por la calidad y espacios de la vivienda (24.7%) (CONEVAL, 2020). Este último indicador se encuentra fuertemente asociado a la vulnerabilidad y exposición ante inundaciones.

Por otra parte, el microcenso permitió ampliar información relevante sobre las vulnerabilidades asociadas al ingreso (dependencia económica), nivel educativo, condiciones de la vivienda y exposición a la amenaza de los 60 jóvenes participantes y su núcleo familiar.

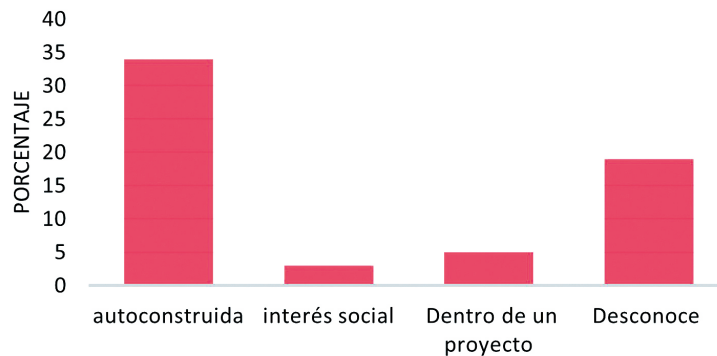
De acuerdo con los resultados de este instrumento, el 43% de las familias tiene como ingreso económico principal el trabajo del padre, seguido de ambos padres con 33%; el 15% depende de los ingresos aportados por la madre y el 6% cuenta con ingresos propios. En relación con el nivel educativo, el 44% de las familias cuenta por lo menos con un miembro con el nivel preparatoria terminada y el 26% con algún integrante con licenciatura terminada.

En su mayoría, las viviendas de la zona tienen los servicios básicos de agua y luz. El alcantarillado, por otra parte, presenta un porcentaje menor (60.7%) que el servicio de internet (70.5%); cabe destacar la importancia del acceso a un sistema de redes de canalización del agua, especialmente ante la exposición a inundaciones.



**Figura 5.** Acceso a servicios públicos. Elaboración propia con datos el micro censo.

Respecto a las características de las viviendas, más del 30% son estructuras de autoconstrucción elaboradas con bloques de cemento en paredes, techos de láminas o losa, y pisos de cemento pulido; algunas cuentan con paredes de ladrillo o madera, así como techos de tejas y pisos de loseta o tierra.



**Figura 6.** Tipos de vivienda de acuerdo con el proceso de construcción o edificación. Elaboración propia con datos el micro censo.

Finalmente, de acuerdo con la percepción del grupo de estudiantes, el 59% de las viviendas se encuentra expuesta a desastres por inundación; algunas de estas zonas son: colonia San Francisco, calle Independencia y calle Guerrero, así como la colonia Centro.

## Resultados

Los hallazgos de investigación se han analizado en torno a dos categorías relativas a las RS: dimensión sociocognitiva y dimensión socioterritorial. La primera categoría aborda los conocimientos, saberes, prácticas y comportamientos de la población de estudio, organizados en tres grupos: *a)* aquellos que han sufrido directamente los daños por inundación; *b)* aquellos que no han sufrido el fenómeno de inundación, pero han vivido la experiencia solidaria; *c)* aquellos que no han sufrido ni vivido la experiencia del fenómeno. El análisis socioterritorial, segunda categoría, se basa en las dinámicas socioambientales marcadas territorialmente por la identificación espacial de los elementos del riesgo como: fuentes de amenaza, grado de exposición de los lugares de referencia y viviendas e identificación del peligro.

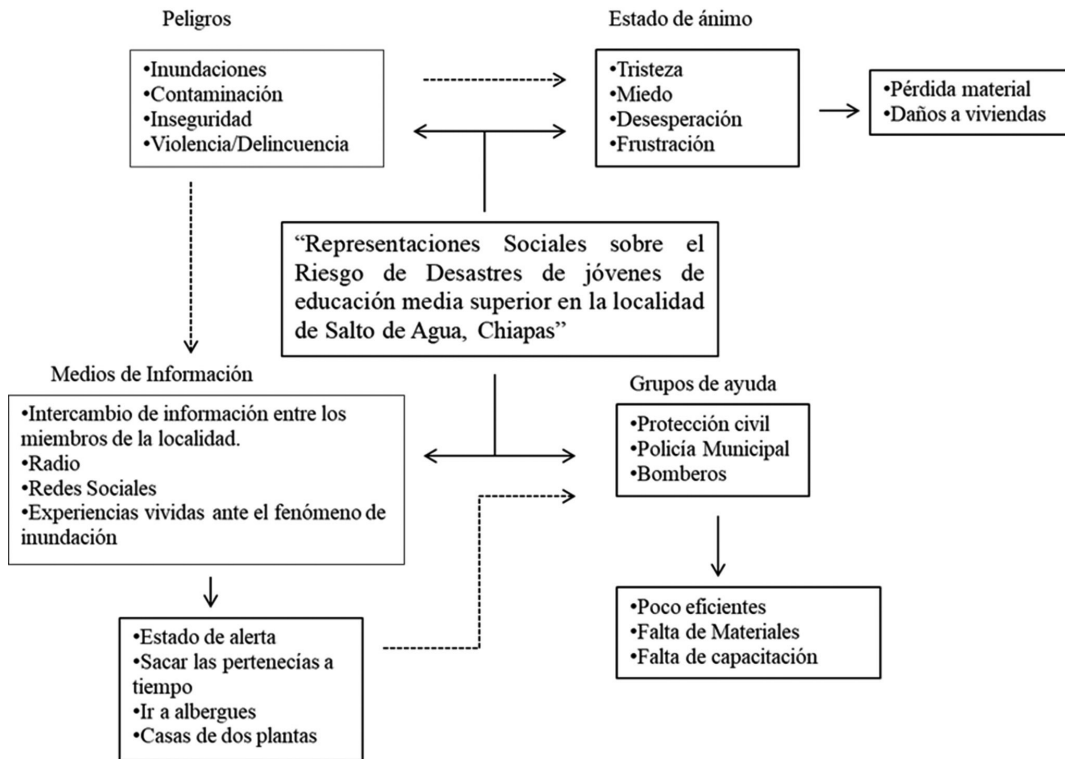
### **Análisis sociocognitivo: la experiencia en la configuración del riesgo de desastres**

La experiencia vivida por los jóvenes juega siempre un papel importante, ya que se configuran como la base de las representaciones sociales aquí estudiadas.

Para el primer grupo, la fuente primera de conocimiento es la experiencia directa en torno a la amenaza de inundación y las consecuencias del desastre; de igual forma, medios de comunicación como la radio y las redes sociales son los más utilizados para informarse sobre el tema. Generalmente, los jóvenes que han experimentado una situación de riesgo por inundación se manifiestan muy atentos a estos canales de información. El segundo grupo también depende de la experiencia como fuente de conocimiento y orientadora de acciones; empero, este ejercicio de reconocimiento no proviene de la vivencia directa, sino de la denominada “experiencia solidaria”. La experiencia solidaria se ha definido como el conocimiento práctico adquirido mediante la ayuda brindada a terceros en contexto de desastre, el cual permite que los sujetos puedan aproximarse emocional y cognitivamente a la trayectoria-historia del otro.

El tercer y último grupo son aquellos que no han sufrido ni vivido eventos de inundación; también manifiestan no tener experiencia en la ayuda a terceros ante estos desastres. En este caso, es erróneo pensar que no tienen conocimientos previos o puedan establecer acciones ante la exposición a amenazas. Los conocimientos empíricos son sustituidos por la información recopilada a partir del aprendizaje escolar –algunas asignaturas integran en su contenido el tema de la gestión de riesgos– y los medios de comunicación. No son totalmente ajenos al riesgo por inundación, ya que reconocen la exposición histórica del municipio ante esta problemática.

La figura 6 muestra los diferentes aspectos y elementos narrativos que sobresalen en la configuración colectiva de la RS sobre riesgo de desastre. Dicha información es fundamental al momento de definir los peligros asociados, los medios de información más utilizados, la percepción sobre grupos de ayuda y los sentimientos relacionados con los efectos de los desastres.



**Figura 7.** Contenido representacional de los jóvenes sobre el riesgo asociado a peligros de inundación. Elaboración propia con datos de campo.

Es importante resaltar la forma en que, narrativamente, la población relaciona el riesgo de desastres con otras problemáticas presentes en la zona, cuya priorización dentro de los temas de interés comunitarios parece depender de las experiencias cercanas con la materialización del riesgo. Los diferentes medios de información influyen fuertemente en la manera en que los riesgos pueden ser entendidos y atendidos en el momento de la emergencia; el estado de ánimo de las personas afectadas por las pérdidas o daños en sus hogares, así como por aquellos grupos que han vivido la experiencia solidaria, concuerdan con los sentimientos que se suscitan ante estados de incertidumbre e inseguridad.

### **Análisis socioterritorial: dinámicas de la relación sociedad-medio**

La dimensión socioterritorial ha sido construida a partir del producto cartográfico elaborado por los jóvenes participantes, teniendo como fundamento que la información del espacio construido es elemental en la comprensión de la relación sociedad-naturaleza y, por ende, del origen social del riesgo.

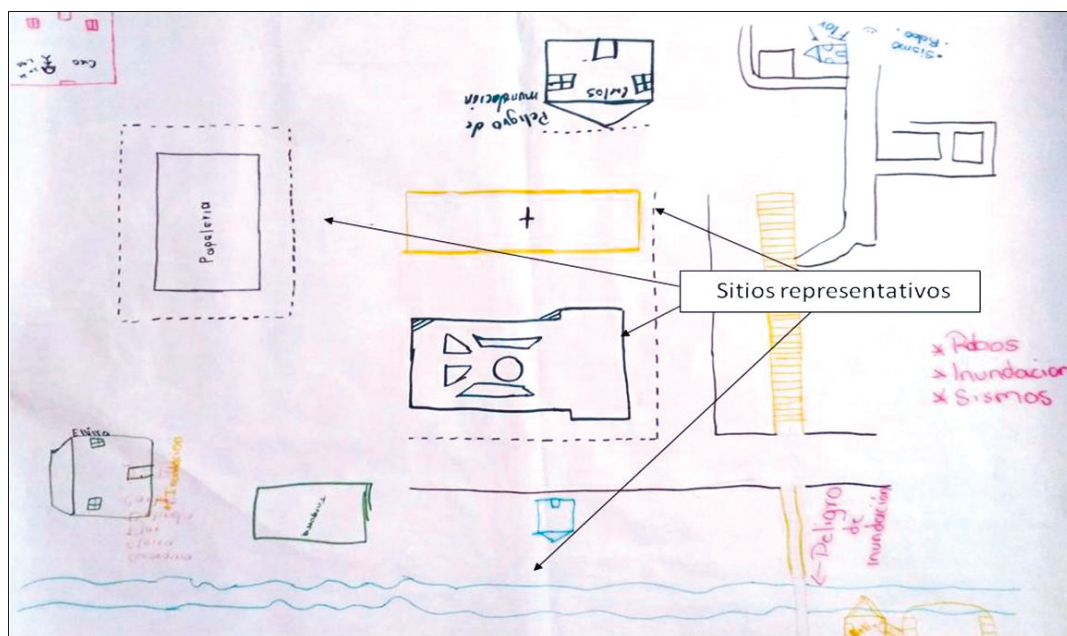
La cartografía social, entonces, permite que los diferentes grupos sociales reconfiguren sus concepciones sobre el terreno, sobre el territorio compartido, ayudando a que estos se posesionen como parte del entorno que habitan.

En este sentido, se obtuvo como resultado la construcción de diez mapas que en conjunto forman la cartografía social de la localidad de Salto de Agua, mismos que fueron elaborados por los jóvenes de educación media superior, divididos en tres grados académicos: 2do semestre, 4to semestre y 6to semestre.

Estos productos muestran que tan familiarizados se encuentran los sujetos con su entorno y los riesgos con los que conviven. De igual forma, ayudan a comprender la manera en que construyen su espacio y representan las relaciones entre los elementos que constituyen su territorio.

Los trabajos realizados por los jóvenes de este grupo no muestran muchos detalles del entorno, aunque se presentan de forma ordenada en la mayoría de los casos, apreciándose de esta manera las calles y cuadras de la localidad, las zonas de mayor exposición, así como los principales riesgos a los que se enfrentan día a día. Las amenazas más evocadas en las cartografías son: las inundaciones, los robos, los accidentes automovilísticos y los incendios forestales.

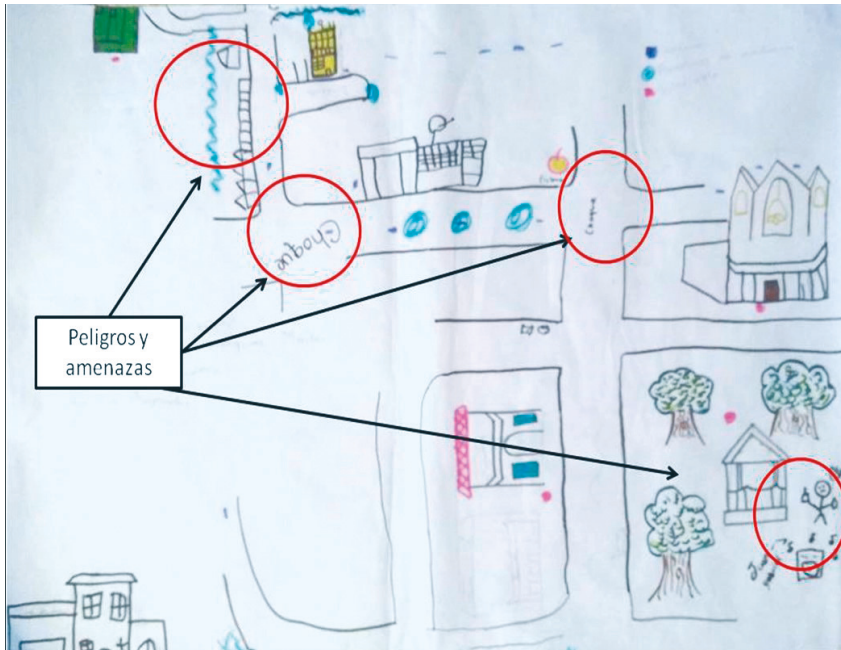
Dado que la presente investigación tiene como tema central las inundaciones, en los trabajos cartográficos se ubica la fuente de peligro, en este caso los márgenes del río Tulijá para establecer la distancia con respecto a puntos de referencia clave como la iglesia católica, la escuela, la papelería, el hospital y las vías férreas.



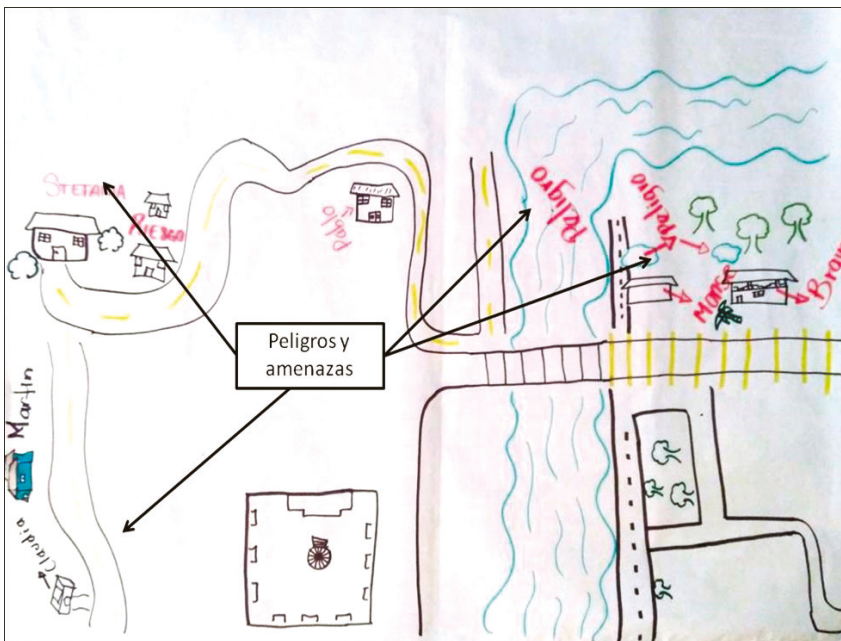
**Imagen 5.** Trabajo cartográfico de la localidad de Salto de Agua, realizado por los alumnos de 2do semestre de la Escuela Preparatoria Salomón González Blanco.

De igual manera, para los jóvenes fue importante referenciar la cercanía de la amenaza (río) a partir de la ubicación de algunas de sus viviendas, señalando como principal zona de inundación al centro del municipio. Como contraste al riesgo por inundación, también se mencionan los incendios forestales que suelen ocurrir en temporadas de sequía, como resultado de malas prácticas agrícolas.





**Imagen 6.** Trabajo cartográfico de la localidad de Salto de Agua, realizado por los alumnos de 6to semestre se la escuela preparatoria Salomón González Blanco.



**Imagen 7.** Trabajo cartográfico de la localidad de Salto de Agua, realizado por los alumnos de 4to semestre se la escuela preparatoria Salomón González Blanco.



Algunas sugerencias y recomendaciones manifestadas por los grupos participantes para poder evitar o mitigar los riesgos asociados con inundaciones y demás riesgos, se relacionan con acciones de carácter individual o familiar, principalmente medidas de protección o reactivas, más que estrategias de gestión o prevención.

Ante los riesgos de inundación se mencionaron, por ejemplo, no vivir en áreas cercanas a los afluentes del río o a las laderas, prepararse con anticipación guardando documentos importantes, salir a tiempo de las viviendas hacia sitios seguros y estar alertas a la información que los medios de comunicación puedan publicar sobre las lluvias y nivel del afluente.

Por el contrario, las acciones planteadas para evitar el riesgo por robos o inseguridad ciudadana, alude a medidas que requieren de la organización comunitaria e institucional: tener mayor vigilancia por parte de los policías, mejorar el alumbrado público en las zonas más frecuentadas por jóvenes y niños, crear grupos de vecinos para hacer guardia en las diferentes colonias y mayor atención por parte de las autoridades municipales. De acuerdo con los testimonios de los jóvenes durante los talleres de cartografía, las inundaciones y deslizamientos son los peligros más recurrentes; a diferencia de los robos o la violencia en vía pública, no se pueden evitar, por lo que sólo queda reaccionar.

Los resultados del ejercicio cartográfico apuntan hacia una conciencia territorial (simbólico-material) de la presencia de todos los elementos que, en su conjunto, configuran el riesgo asociado a inundaciones: fuente de amenaza, vulnerabilidad y exposición; no obstante, la narrativa desde donde aún se naturaliza el desastre respecto a las causas y posibles cursos de intervención, mantienen las acciones en el plano reactivo.

## Discusión

La población del municipio de Salto de Agua ha sufrido daños y pérdidas por inundación a través de los años, lo cual les ha permitido desarrollar ciertas herramientas a nivel comunitario que son necesarias para superar los desafíos que conlleva enfrentar este tipo de desastres. Dichas herramientas provienen, en su mayoría, del conocimiento empírico y la información recopilada mediante diversos medios consultados por las personas de dicha localidad; es decir, se sustentan de la experiencia cotidiana y las plataformas masivas de comunicación.

Dichos medios de retroalimentación también son utilizados por los sujetos de estudio. Las representaciones sociales sobre riesgo de los jóvenes de Salto de Agua se nutren tanto de la experiencia como de los datos que circulan en redes, medios masivos y talleres escolares, información recopilada durante las trayectorias e interacciones cotidianas de los individuos (rasgos sociocognitivos).

Tal como lo plantea Castorina y Barreiro (2010):

Las RS son una modalidad del conocimiento de sentido común que incluye tanto aspectos afectivos como cognitivos y que orientan la conducta y la comunicación de los individuos en el mundo social. Fundamentalmente, son un saber práctico que vincula al sujeto con el objeto en un triple sentido: por una parte, porque emergen de las experiencias de interacción y de intercambio co-

municativo en las instituciones; por otro lado, porque las prácticas sociales son condición de las RS, dado que la exigencia de asumir nuevas situaciones o actividades de los agentes lleva a su formación; finalmente, porque son utilizadas por los individuos para actuar sobre otros miembros de la sociedad o para ajustar su comportamiento en la vida social (pp. 4-5).

Ahora bien, la experiencia como práctica situada socioculturalmente no ha sido homogénea al interior de los grupos. La experiencia vivida, la experiencia solidaria y la falta de experiencia directa con el desastre son categorías que intervienen en el nivel de percepción de riesgo encontrado en cada nicho de estudio (tres grupos), por lo que se considera un factor fundamental en la modelación de conocimientos y la orientación de prácticas. De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible establecer que los grupos sociales que han estado expuestos directamente a una amenaza y han sufrido los daños derivados del desarrollo del desastre, manifiestan una conciencia colectiva ante el riesgo más estructurada y definida que aquellos nichos de población que no han sido afectados. Caso similar ocurre con el segmento que ha vivido la experiencia solidaria, esto debido a que son personas que logran enfrentar y dimensionar las consecuencias del fenómeno durante las acciones de auxilio y ayuda hacia terceros.

La solidaridad en escenarios de crisis puede relacionarse con la noción bourdieana (Bourdieu, 1986) de “capital social”, aunque guardando sus reservas respecto al nivel de impacto de un sistema de apoyo individual o familiar –como es el caso del presente estudio– y aquel que logra institucionalizarse para objetivos de gestión del riesgo (Toscana, A. y Fernández, 2017).

La experiencia de los sismos ocurridos en México en septiembre de 1985, enmarcados en una pobre respuesta del Estado mexicano y, en contraste, de una extraordinaria respuesta de la sociedad civil, es uno de los tantos ejemplos a citar, particularmente porque esta respuesta echó mano del capital social existente y acumulado al interior de las masas urbanas. Hasta qué punto esta solidaridad momentánea se tradujo en formas organizativas diversas que se consolidaron con el paso del tiempo, está aún por explorarse (García, 2009: 127).

Por otra parte, aquellos jóvenes que no han tenido una exposición directa a las inundaciones presentan menor inquietud –no así menor información– por el futuro desarrollo de dichas emergencias. Para este último grupo, existen otros temas que concentran su atención y, según su testimonio, requieren mayor movilización de recursos.

Es importante señalar que las representaciones sociales ligan sociocognitivamente diferentes ámbitos de la vida cotidiana, por lo que la naturaleza de las RS impide encontrar una representación aislada del contexto global. Así entonces, la narrativa del riesgo de desastres, aunque evidencia las inundaciones como uno de los principales problemas que ocupan la atención de los individuos, no se desliga de otros asuntos propios de la dinámica social: robos, inseguridad, violencia, drogadicción, contaminación. La noción del riesgo se encuentra relacionada con muchas problemáticas que ocurren de manera conjunta en un lugar y un espacio determinado.

Además de la experiencia y los medios tradicionales de información (televisión y radio), en décadas recientes se han sumado nuevas plataformas de comunicación (redes sociales) que tam-

bién pueden ser consideradas fuentes de conocimiento ante el riesgo por inundación. De acuerdo con los resultados del estudio, las redes sociales son consultadas principalmente por jóvenes para dar seguimiento a las emergencias, razón por la cual estas plataformas han incrementado su incidencia como medio en la configuración del saber-hacer ante el riesgo.

Siguiendo a Medina (1998), la información obtenida de medios masivos de comunicación suele mantenerse dinámica y cambiante, características que adquieren una mayor dimensión al hablar de las redes sociales. Por tanto, los usos de dichas plataformas dinamizan aún más los procesos de elaboración y socialización de conocimientos-prácticas, aspectos que deben ser aprovechados en estrategias de educación comunitaria para la gestión, no solamente en el monitorio de la amenaza.

Las RS del riesgo también presentan rasgos socioterritoriales. Según Jerez-Ramírez (2022), estas “son líneas del texto territorial, en tanto que el territorio, ya acordado como una construcción social, remite al ámbito totalizante-integrador de los elementos –materiales y simbólicos– y relaciones que integran el objeto de estudio” (pp.137). Como corolario, el riesgo no podría explicarse sin comprender su manifestación territorial, la cual, a su vez, se configura de la relación vulnerabilidad, amenaza, exposición y percepción social.

El trabajo cartográfico realizado por los grupos fue construido desde el conocimiento de los lugares y el reconocimiento de la vulnerabilidad colectiva ante diversas fuentes de amenaza; no obstante, la narrativa territorial también incluye el día a día que permanece incluso en contextos de exposición, por lo que la territorialidad del riesgo no puede prescindir de los entornos y actividades cotidianas: rutas hacia la escuela desde sus casas, los lugares más emblemáticos y concurridos, casa de las y los compañeros, tráfico de autos, etc.

Nos remitimos, entonces, al concepto de toporepresentación:

Aquellas formas de entender todo ese grupo de acepciones relacionadas con los significados del espacio, es decir, ese sistema que nos permite construir valoraciones, imaginarios y significados de los lugares, espacios y territorios, a partir de la cotidianidad, de nuestra experiencia espacial y de la influencia del contexto -geohistoria-, en tanto se constituyen en uno de los elementos que tamizan la forma (intereses, control, uso, disfrute, poder) en que nos relacionamos con los espacios desde los vínculos individuales hasta los de los sujetos sociales y colectivos (Avendaño, 2017:307).

Ahora bien, el territorio es un producto social (Rodríguez, 2010; Molina, 2018) en la medida en que se modifica y transforma de acuerdo con las necesidades y las propias capacidades de los grupos sociales que le habitan. El riesgo, a su vez, se genera como consecuencia de dichas modificaciones, siendo el resultado de los conflictos no resueltos en la relación medio-sociedad.

Los diferentes cursos que se trazan a partir de la interacción con el espacio mantienen la heterogeneidad del territorio (Rodríguez, 2010), así como del riesgo de desastres. La población de jóvenes ha descrito diferentes visiones propias del territorio que habitan, la multiterritorialidad definida como “la experiencia simultánea y/o sucesiva de diferentes territorios” (Haesbaert, 2013: 34) en donde la materialidad y simbología del riesgo configuran líneas narrativas del espacio de Salto de Agua.

El territorio en crisis contrasta con el anterior al desastre; empero, son imágenes o dualidades que están presentes de manera relacional en la sociocognición del grupo. Se reconoce que son imágenes del mismo espacio, por lo que la representación del riesgo también se nutre de aquellas narrativas que describen el fácil traslado desde una imagen a otra, es decir, de la “normalidad” a la emergencia.

## Conclusiones

Desde hace algunos años, las instituciones mexicanas relacionadas con la Protección Civil han propuesto modificaciones en la legislación y los protocolos nacionales en busca de generar bases para la adopción de un nuevo modelo. La gestión integral del riesgo se presenta como un conjunto de estrategias enfocadas en el abordaje de las diferentes dimensiones del riesgo a partir del monitoreo de las amenazas, la mitigación de efectos, la reducción de la vulnerabilidad y la identificación de niveles de exposición. Como nunca en la historia de la RRD se ha impulsado, desde las plataformas de cooperación internacional, la generación de conocimiento tanto de las características de los peligros, como de los aspectos propios de la dinámica social que pueden incidir en el aumento del riesgo. Sobre este último aspecto, es importante insistir en la necesaria comprensión de los elementos que integran y definen el saber-hacer de las comunidades, así como de los patrones de interpretación-respuesta que son aceptados por el conjunto social.

Se resalta aquí la funcionalidad de la TRS como enfoque teórico-metodológico que logra abordar la complejidad del entramado psicosociocultural de los sistemas de pensamiento compartido, sistemas que configuran la base para la orientación contextual ante escenarios de riesgo y amenaza. Este enfoque permite explicar los comportamientos de los sujetos estudiados a partir de la producción y reproducción de conocimientos-prácticas, incorporando el análisis del marco cultural, social e ideológico. Aunque el tema de RS sobre riesgo de desastre apenas se está fortaleciendo en la región, esta investigación busca generar nuevos debates que ayuden a comprender la noción del riesgo desde esta teoría.

Se espera que diagnósticos de esta naturaleza respalden estrategias educativas para la reducción del riesgo a nivel local, además de consolidar aquellas capacidades comunitarias que se sustentan de la agencia social.

## Bibliografía

- Abric, J. C. (1994). L'organisation interne des représentations sociales: système central et système périphérique. En C. Guimelli (Ed.), *Structures et transformations des représentations sociales*. Lausanne: Delachaux et Niestlé.
- Bempah, S. A., y Øyhus, A. O. (2017). The role of social perception in disaster risk reduction: Beliefs, perception, and attitudes regarding flood disasters in communities along the Volta River, Ghana. *International journal of disaster risk reduction*, 23, 104-108.
- García, V. (2009). Prevención de desastres, estrategias adaptativas y capital social. *Social Cohesion in Europe and the Americas. Power, Time and Space, Regional Integration and Social Cohesion*, 115-130.

- Alcántara-Ayala, Irasema, Garza Salinas, Mario, López García, Alejandra, Magaña Rueda, Víctor, Oropeza Orozco, Oralia, Puente Aguilar, Sergio, Rodríguez Velázquez, Daniel, Lucatello, Simone, Ruiz Rivera, Naxhelli, Tena Núñez, Ricardo Antonio, Urzúa Venegas, Myriam, & Vázquez Rangel, Gloria. (2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. *Investigaciones geográficas*, (98), 00002. <https://doi.org/10.14350/rig.59784>
- Anderson, M. y Woodrow, P. (1989). *Rising from the Ashes: Development Strategies in Times of Disasters*. Boulder: Westview Press. (Reeditado en 1998 por Intermeditate Technology, Londres).
- Bourdieu, P. (1986). The Forms of Capital. En J. Richardson, *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (pp. 241-258). Greenwood Press.
- Castorina, J. A., & Barreiro, A. (2010). La investigación del pensamiento de sentido común y las representaciones sociales: aspectos epistemológicos y metodológicos. *Clase publicada en el Curso: Proyectos en Acción: Técnicas, métodos y claves para la investigación en ciencias sociales*. CAICYT-CONICET, 1-34.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) 2006. *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. México: CENAPRED.
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Chiapas (CEIEG) (25 de 11 de 2023). Ubicación/Hidrografía. Perfiles municipales. <https://ng.cl/wk14u>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 2013. *Datos de precipitación en el municipio de Salto de Agua Chiapas, México*. <https://ng.cl/ygot1>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2020). *Indicadores de carencia sociales*. DataMun. <https://ng.cl/i1tpv>
- Coronado, J. y Montoya, M. (2016). *Representaciones sociales de la escuela en niños y niñas de básica primaria* [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional de la Universidad de Manizales <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/2636>
- Cosamalón, A. L., Villega A., Masana, A., Ruiz J. (2009). *Gestión del riesgo de desastres para la planificación del desarrollo local*. Cáritas del Perú: Lima.
- Di Iorio, J. (2013). *Infancia, representaciones y prácticas sociales: la vida cotidiana en instituciones convivenciales* (Doctoral dissertation, Tesis de doctorado). Universidad de Buenos Aires.
- Doise, W. (1986). *Levels of explanation in social psychology*. Cambridge University Press. Cambridge University Press.
- Fernandez, M. (2021). Risk perceptions and management strategies in a post-disaster landscape of Guatemala: Social conflict as an opportunity to understand disaster. *International journal of disaster risk reduction*, 57, 102153.
- Flament, C. (1989). Structure et dynamique des représentations sociales. En D. Jodelet (Ed.), *Les représentations sociales*. Paris: PUF.
- Haesbaert, R. (2013). Del mito de la desterritorialización a la multiterritorialidad. *Cultura y representaciones sociales*, 8(15), 9-42.
- Hernández, D., Cruz, G. E., y Bello L. (2018). Representaciones sociales de vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos de jóvenes de bachillerato. El caso de dos escuelas del estado de Veracruz. *Trayectorias*, 20(47), 103-125.

- Hewitt, K. (1983). "The Idea of Calamity in a Technocratic Age". En: K. Hewitt (Ed), *Interpretations of Calamity*. Boston: Allen and Unwin, pp. 3-32.
- Huaiquián-Billeke, C. y Vera-Urra, J. (2022) Representaciones sociales de estudiantes en contextos de encierro, Araucanía-Chile. *Revista de Educación de Adultos y Procesos Formativos*, (12), 93-116.
- Jerez-Ramírez, D. (2018). *Construcción social del riesgo de desastres en el Municipio de Piedecuesta, Santander (Colombia): dimensiones socio-representacionales*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Posgrado en Ciencias Políticas y Sociales, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Ciudad de México, México. [Biblioteca UNAM].
- Jerez-Ramírez, D. (2021) Social Representations in the Study of Disaster Risk in the Municipality of Piedecuesta, Santander (Colombia): The Social Cognitive Dimension. In C. Prado & E. Serrano (Eds.), *Social Representations for the Anthropocene: Latin American Perspectives*. Springer, Cham (pp. 53-86). ISBN 978-3-030-67778-7. DOI: 10.1007/978-3-030-67778-7\_3
- Jerez-Ramírez, D. (2022). Socioterritorialidad del Riesgo de Desastres: Un Estudio de Representaciones Sociales en el Municipio de Piedecuesta, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 6(1), 124-141. <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.88>
- Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. En S. Moscovici (Ed.), *Psicología social II* (pp. 470 - 494). Barcelona: Paidós.
- Medina, I. 1998. Los estudios sobre comunicación masiva en América Latina. *Revista Latina de Comunicación Social*, (53) enero, 55-66. <https://doi.org/10.4185/RLCS-1998/11>
- Molina, A. N. (2018). Territorio, lugares y salud: redimensionar lo espacial en salud pública. *Cadernos de Saúde Pública*, 34.
- ONU. (2015) *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)
- Osorio, J. M. P., y Vargas, O. M. (2006). La perspectiva sociológica de las representaciones sociales para el estudio de la globalización y la universidad. In *Convergencia con Europa y cambio en la universidad: XI Conferencia de Sociología de la Educación: Santander, 22, 23, y 24 de septiembre de 2006 [ie 2005]* (pp. 110).
- Prince, SH (1968). *Catástrofe y cambio social: basado en un estudio sociológico del desastre de Halifax*. Prensa de la Universidad de Columbia.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Conceptos generales sobre gestión del riesgo de desastres y contexto del país. Experiencias y herramientas de aplicación a nivel regional y local; diciembre de 2012. Santiago de Chile: PNUD.
- Reigota, M. (1990). Les représentations sociales de l'environnement et les pratiques pédagogiques quotidiennes des professeurs de Sciences a São Paulo-Brésil (Tese de doutorado em pedagogia da biologia). Louvain-la Neuve: Université Catholique de Louvain, UCL.
- Rodríguez, D. (2010). Territorio y territorialidad. Nueva categoría de análisis y desarrollo didáctico de la Geografía. *Uni-pluriversidad*, 10(3), 90-100.



- Secretaría de Economía (2020). *Población y vivienda del municipio de Salto de Agua, Chiapas*. DATAMÉXICO <https://ng.cl/cwqqi>
- Soares, D., y Murillo-Licea, D. (2013). Gestión de riesgo de desastres, género y cambio climático. Percepciones sociales en Yucatán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(72), 181-199.
- Toscana, A. y Valdez V. (2014). Representaciones sociales del desastre de 1940 en Santa Cruz Pueblo Nuevo, Estado de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 2014(83), 88-101.
- Toscana, A. y Fernández, A. M. (2017). El capital social ante el vacío gubernamental en los procesos de desastre. Caso Valle de Chalco Solidaridad. *Espiral (Guadalajara)*, 24(68), 155-190. <https://ng.cl/rflpd>
- Wijkman, A. y Timberlake L. (1984). *Natural disasters: acts of God or acts of man?* Washington, DC.: Earthscan.
- White, G. F. (1974). *Natural hazards, local, national, global*. Oxford University Press.



# Construcción socioambiental del riesgo ante el impacto de ciclones tropicales en ciudades internas como Berriozábal, Chiapas

Stephanie Carolina Navarro-Mora, Marcelino García-Benítez, Emmanuel Díaz-Nigenda

## Resumen

La construcción socioambiental del riesgo estudia la percepción y la vulnerabilidad considerada a partir de procesos como la interrelación de los elementos y factores del medio físico natural, las creencias culturales y el impacto de los fenómenos ciclónicos. Las vivencias de los habitantes ante la presencia de situaciones de riesgo y/o vulnerabilidad, define la forma de atender los efectos asociados con eventos ciclónicos a largo de su vida en un entorno local.

Esta investigación identifica los factores de la percepción del riesgo socioambiental como un elemento que está asociado al impacto de Ciclones Tropicales en ciudades internas. Se aplicaron encuestas digitales a las personas mayores de 15 años y más residentes, en las que se resaltó el conocimiento sobre las condiciones geográficas y la incidencia de los ciclones tropicales en una ciudad como Berriozábal, Chiapas.

Los resultados permitieron conocer la percepción de las personas ante la presencia de eventos ciclónicos, la forma identificación de los riesgos dentro de un contexto socioambiental depende del contexto socio-histórico en el que se han desarrollado, se integraron variables como es sexo, nivel de escolaridad o estatus o situación socioeconómica, la forma de percibir el territorio por parte de los habitantes está influenciado por diferentes generación de familias residentes con han urbanizado el interior de los centros urbanos.

**Palabras clave:** Construcción socioambiental del riesgo, vulnerabilidad socioambiental, ciclones tropicales, ciudades internas y Berriozábal, Chiapas.

## Introducción

El 91% de los desastres a nivel mundial durante el periodo 2000-2019 están asociados a los fenómenos hidrometeorológicos (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters y United Nations Office for Disaster Risk Reduction [CRED y UNISDR], 2020); tan sólo en México, el 90% del valor de las afectaciones totales por desastres son originados por los ciclones tropicales (Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED, 2021]).

Los componentes naturales inciden en el espacio geográfico de manera independiente a la presencia del hombre. Se refiere a los elementos proporcionados por la naturaleza sin intervención humana que pueden ser aprovechados para satisfacer sus necesidades locales.

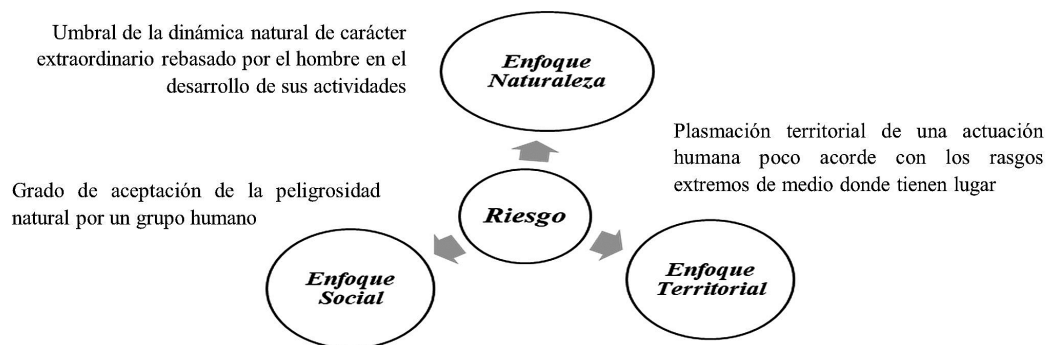
Los estudios relacionados al riesgo alcanzan cierta consolidación, a partir de la relación entre los riesgos y el desarrollo económico empieza acentuarse e incorporar a diversas disciplinas para su estudio, al considerar al riesgo como la antesala del desastre cuyas consecuencias impactan en una comunidad empiezan a tomar relevancia, en conjunto con las nociones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. La construcción socioambiental es un concepto que no se usa cuando se habla de riesgo o desastre, sin embargo, este se vuelve relevante al conocer las deficiencias físicas, ambientales y sociales de una localidad en el transcurso histórico de su evolución, el cual nos permite percibir un escenario de riesgo.

El riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un peligro, añade que el concepto “incluye la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad) de acuerdo con Aneas de Castro (2000). Además, que el riesgo es la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario, es decir un evento condicionado de la intensidad de la probable amenaza y de las condiciones de vulnerabilidad existentes en un espacio y tiempo determinado (Olcina, 2006), por ello, el riesgo puede ser representado por la siguiente expresión:

**Riesgo= Amenaza \* Vulnerabilidad**

El riesgo es una construcción cultural de la sociedad en la que las interpretaciones y pensamientos son la base de la percepción; tanto Douglas (1996) como Beck (1998) y Smith y Hoffman (2001), comparten que este concepto no es un objeto que puede ser estudiado sin considerar a una sociedad local, el cual ha sido construido intelectual y abstractamente por parte de los integrantes de esta, a partir de sus percepciones y valores. García (2005), enfatiza que la propuesta de tomar al riesgo como una construcción social permite observar las diferentes concepciones sobre el riesgo de desastre, el grado de complejidad de este concepto permite analizar la construcción social del riesgo asociada con la percepción o con la vulnerabilidad y la desigualdad a partir de aproximaciones dominantes.

La búsqueda de una definición integral del riesgo es indefinida ya que tiene un carácter polisémico desde su origen y ha sido adaptado a los intereses disciplinares y a las diversas tendencias del conocimiento. Ayala-Carcedo y Olcina (2002), encuentran tres definiciones, según la prioridad del componente natural, social o territorial que forma parte de él (ver figura 1).



**Figura 1.** Enfoques para definir el riesgo dependiendo del componente. Fuente: Retomado de Ayala-Carcedo y Olcina (2002).

La explicación del riesgo como una construcción social asume a la sociedad como un componente activo de los riesgos y por ende responsable de procesos económicos, sociales y políticos que generan riesgo de desastre. Bajo esta interpretación, al no estar basados en razones prácticas o en imágenes empíricas son naciones construidas culturalmente que enfatizan algunos aspectos del peligro e ignoran otros (Martínez, 2015).

Alcántara-Ayala y otros (2019), retoma que los desastres no son naturales, sino socialmente contruidos, con características temporales-espaciales complejas a partir de las problemáticas físicas y ambientales que resultan de un impacto potencial de una amenaza en una sociedad expuesta o vulnerable a las mismas, los cuales se derivan de una construcción resultante de inadecuados procesos de desarrollo. El peso que cada actor tiene en la construcción del riesgo es distinto, así como el impacto que sus actividades o decisiones tienen sobre los diferentes componentes del riesgo.

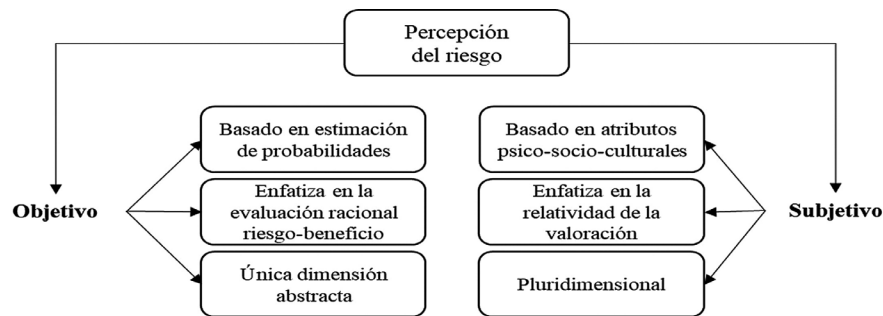
Por su ubicación geográfica, los ciclones tropicales no afectan de manera directa a los centros urbanos al no encontrarse dentro de las zonas de tránsito ciclónico, sin embargo, los remanentes o bandas nubosas asociadas a la circulación de estos sistemas causan precipitaciones de moderadas a fuertes, las cuales afectan al territorio mediante la intensidad de los vientos sostenidos y la precipitación que originan inundaciones como ocurrió en 2020.

Las precipitaciones asociadas con las tormentas tropicales han dejado incomunicados a poblados como algunas áreas en el centro urbano. Las lluvias torrenciales han provocado una creciente en los ríos que han ocasionado el colapso de bardas, daños a vivienda, vehículos e infraestructura urbana.

Para el desarrollo de este trabajo, se plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es el nivel de conocimiento de la población del centro urbano ante el riesgo de tránsito de los ciclones tropicales? y ¿la población urbana dentro de su desarrollo local cuenta con capacidades de adaptación y de respuesta ante los eventos ciclónicos?, estas pretenden contestar la hipótesis: a mayor transformación de las condiciones socioambientales en el centro urbano, menor es la capacidad de respuesta y adaptación de la población urbana ante la presencia de eventos ciclónicos.

## **Percepción del riesgo socioambiental**

La interacción hombre-naturaleza está mediada por la búsqueda de la satisfacción de las necesidades materiales del hombre y la adaptación de las comunidades en el territorio, esto conlleva a un proceso de transformación del medio. La noción del límite espacial ocupa un papel importante en esta relación sociedad-naturaleza; comprender el territorio implica entender con precisión los riesgos relacionados con el mismo a consecuencia de los fenómenos a los que está expuesto un territorio o al desarrollo local de la zona, en algunas ocasiones, la satisfacción de las necesidades sociales son factores claves en el riesgo y conducen a una concentración de vulnerabilidades (ver figura 2).



**Figura 2.** El riesgo como construcción social. Enfoques de estudio. Fuente: Tomado de Jerez (2015).

La percepción del riesgo es uno de los elementos que más aporta en la concentración de vulnerabilidades, dado que es un componente que implica un primer nivel de conocimiento del riesgo para su análisis, la visión de los expertos considera a la población local y está condiciona los distintos factores que implican la interpretación del sujeto (individuo-sociedad), por lo tanto, no puede ser reducida a la simple "interacción proveniente del entorno" (Hamui *et al.*, 2013). Sin embargo, el enfoque social queda limitado al momento que no se incluye al entorno natural o ambiental, ya que es el determina la intensidad en la que se presenta las amenazas o peligros y sus repercusiones en el espacio construido o modificado.

### Ciclones tropicales y ciudades internas

De acuerdo con el CENAPRED (2021a), un ciclón tropical (CT) es un sistema atmosférico cuyo viento circula en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Los CT son sistemas dinámicos complejos con un centro de baja presión en superficie y núcleo caliente que se desarrollan sobre las aguas cálidas del océano en las regiones tropicales del planeta, es por eso, que estos sistemas de tormenta de rápida rotación se asocian a condiciones particulares en la superficie del mar y exigen al menos 2 requisitos básicos: calor y humedad (García, 2016).

El impacto de los ciclones tropicales en las ciudades internas está en función con su localización geográfica, en el que depende de las condiciones ambientales para su desarrollo y la disminución de la exposición de los sistemas para adaptarse a las condiciones del estado de clima global (García y Adame-Martínez, 2017).

La urbanización ha acompañado profundas transformaciones del espacio construido de muchas ciudades, que ha sido modificado en el transcurso de sucesivas etapas históricas, cómo también lo han sido sus funciones y su dinámica socioeconómica. De acuerdo con ONU-Hábitat (2014), la desigualdad en los entornos urbanos ha planteado serios desafíos tanto por el deterioro del ambiente como por la vulnerabilidad de sus residentes, que se expone en mayor medida a problemas de salud y a desastres siconaturales, un claro ejemplo de esto son impactos de los ciclones tropicales cuya destrucción causada por estas amenazas ha modificado el territorio y ha causado daños a millones de personas al afectar su economía, destruir sus propiedades y han causado pérdidas humanas.

## Construcción socioambiental en ciudades internas como Berriozábal

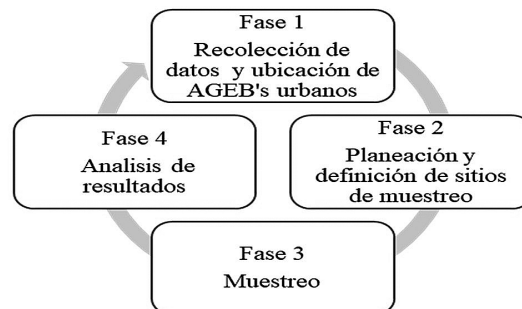
La relación que existe entre hombre-naturaleza es el reflejo de las percepciones en un escenario determinado a partir de la apreciación que tiene sobre su entorno inmediato dentro de un contexto socioambiental influenciado por los elementos sociales y/o ambientales. La interrelación de estos puede originar en consecuencia un impacto en un espacio geográfico y tiempo determinado que conlleva a la transformación del entorno mismo a partir de la intervención humana.

Estudiar el riesgo ante ciclones tropicales permitió describir la causalidad única que conlleva a la comprensión del territorio en el que vivimos desde una perspectiva socioambiental, es decir, entender con precisión las amenazas asociadas con la problemática ambiental reconociendo las vulnerabilidades sociales y ambientales del entorno. En perspectiva, se refiere a estudiar el impacto que podría representar la alteración del territorio a partir de la transformación de este a consecuencia del cambio de uso de suelo, crecimiento demográfico o la transformación misma del territorio y evaluar los posibles impactos que inciden de manera directa o indirectamente en una comunidad.

La ciudad interna de Berriozábal se localiza sobre la región fisiográfica de las Montañas del Norte y Depresión Central. La orografía está constituida por zonas accidentadas en su extensión territorial, está conformada por lomeríos típicos donde se establece el centro urbano, sierra alta de laderas tendidas, sierra alta escarpada compleja, llanura aluvial con lomerío y cañón típico con roca sedimentaria del cretácico, en lomeríos típicos sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Vertisol y Leptosol; tiene clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media y cálido subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo, y está expandiéndose sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y pastizal cultivado (Ayuntamiento de Berriozábal, 2019).

## Estrategia metodológica

El conocimiento del riesgo es un proceso que surge de la combinación de peligros o amenazas, la exposición de las personas, sus vulnerabilidades y/o capacidades en un lugar y momento determinado, la estrategia metodológica fue de carácter cuantitativo y cualitativo, define los procesos que se siguieron durante esta investigación para identificar la percepción del riesgo ante la presencia de las tormentas tropicales en la población del centro urbano (ver figura 3).



**Figura 3.** Fases para evaluar la construcción socioambiental por ciclones tropicales a escala AGEB urbana. Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de la metodología, además de la experiencia obtenida de los habitantes contribuye a analizar la percepción del riesgo ante ciclones tropicales. Para la construcción teórica como primera fase se realizó la búsqueda de fuentes bibliográficas relacionadas con el riesgo, percepción socioambiental del riesgo y los ciclones tropicales entre las que se incluyen libros, revistas especializadas, tesis y artículos académicos.

La fase dos incluye la planeación del método de evaluación consistente en la definición y diseño de la encuesta, la selección de la muestra y la selección de los sitios de muestreo, se evaluó por medio de una encuesta estructurada en formato digital elaborada a través de la plataforma de ArcGIS Survey 123 de ArcGIS Online combinando preguntas abiertas y cerradas.

Se consideración algunas características sociodemográficas como edad, sexo, educación y actividades principales. La encuesta abarcó un total de 17 preguntas, en este estudio se retomaron solo dos secciones: 1) percepción ambiental con 3 preguntas y 2) percepción de los fenómenos ciclónicos que está definido en 5 preguntas. El tamaño de la muestra se obtuvo a partir de la fórmula estadística relacionada con poblaciones finitas (Gutiérrez y Vladimirovna, 2016), en la cual se consideró un nivel de confianza del 95% ( $\alpha$ ), un margen de error del 5% ( $\epsilon$ ), y en cuanto a las variables se consideró a la probabilidad de éxito al 50% ( $p$ ), tal como se observa en la siguiente expresión:

$$n = \frac{Np(1-p)Z_{1-\alpha}^2}{(N-1)\epsilon^2 + p(1-p)Z_{1-\alpha}^2}$$

Donde:

$n$ = Tamaño de la muestra

$N$ = Tamaño de la población

$Z_{1-\alpha}^2$  = Margen de error

$\epsilon$  = Nivel de confianza

$p$ = Probabilidad de éxito

Fase tres, una vez obtenido el tamaño de muestra ideal se estableció la recolección de datos a escala intraurbana se tomaría aproximadamente el 5 por ciento del total de las VPHCS, el cual al realizar la comparativa se encontraba encima del tamaño de muestra aleatorio simple. La aplicación de la encuesta digital a la población del centro urbano, se estableció una edad mínima para poder contestar la encuesta, esta se definió a partir de 15 años debido a los grupos sociodemográficos enfocados a partir de la población joven, además, de que el espacio temporal de 5 años relacionado con algunas preguntas nos permite tener un conocimiento previo del fenómeno y sobre su localidad.

La cuarta y última fase está compuesta por la descripción detallada del análisis e interpretación de los resultados de las encuestas obtenidas vía remota y presencial. El análisis estadístico se realizó con ayuda del software SPSS Statistics 23, el cual permitió trabajar y analizar la base de datos que se obtuvo de la aplicación de la encuesta en ArcGis Survey123 ejecutando procedimientos para aclarar las relaciones entre variables, frecuencias y expresarlos gráficamente.



## Resultados

El estudio de la percepción del riesgo ante ciclones tropicales en ciudades internas ha permitido conocer las consecuencias de los efectos que causó el impacto de ciclones tropicales hacia el interior de un centro urbano como Berriozábal, Chiapas; ciudad donde fue aplicado el estudio sobre las condiciones sociales como ambientales.

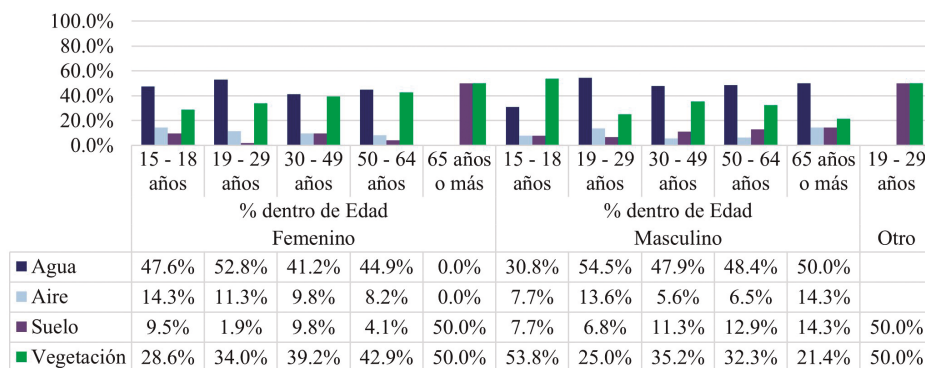
### Percepción ambiental

Cada persona responde de manera particular en función a la forma en que percibe el medio ambiente del lugar donde vive, ya que, es el resultado de impresiones o acciones que tuvieron efecto en ella a través del tiempo en un espacio determinado. Por lo anterior, para contestar esta pregunta se recomendó que la respondieran de acuerdo con su experiencia al vivir en Berriozábal en un periodo no mayor a 5 años.

Una de las primeras preguntas para estudiar la percepción ambiental, fue considerar los cambios negativos en el medio ambiente del centro urbano en los últimos 5 años, a lo que el 46.3 por ciento de la población encuestada considero que uno de los elementos que si ha presentado cambios negativos es el agua, seguido de la vegetación con el 35.6 por ciento.

La percepción de la población femenina con respecto a los cambios negativos en el ambiente en un rango de 15-65 años concluyó que el principal cambio que notaban era en el agua, mientras que la población de 65 años o más dijo que era en la vegetación y en el suelo. En el caso de la población masculina de 15-18 años (53.8 por ciento) concluyó que la vegetación era el principal cambio negativo en el centro urbano, sin embargo, la población entre 19 a 65 años o más también se refirió al agua (ver figura 4).

Es relevante señalar que un factor importante por el cual la población considere al agua como uno de los principales recursos en tener cambios negativos puede deberse a que en años anteriores la población tuvo problemas con la distribución del servicio debido a la insuficiencia del suministro de agua, en combinación con la situación de desabasto por la escasez del recurso y contaminación de las aguas superficiales. Sin embargo, también es importante resaltar que la vegetación ha disminuido a consecuencia de la deforestación derivada de la urbanización descontrolada en el centro urbano.



**Figura 4.** Cambios negativos en el medio ambiente del centro urbano de Berriozábal por rango de edad y sexo.

Fuente: Elaboración propia.

Las personas encuestadas de un rango de edad mayor a 30 años, mencionó que Berriozábal ha cambiado mucho con respecto a años atrás. Por lo que procedimos a hacer preguntas específicas en relación con el medio ambiente. Para este tipo de preguntas se utilizó la escala de *Muy de acuerdo* a *Muy en desacuerdo* mencionada en la metodología. En la tabla 1, se puede observar los porcentajes de mujeres, hombres y otros encuestados que están *Muy de acuerdo* con los cambios con respecto a esos indicadores.

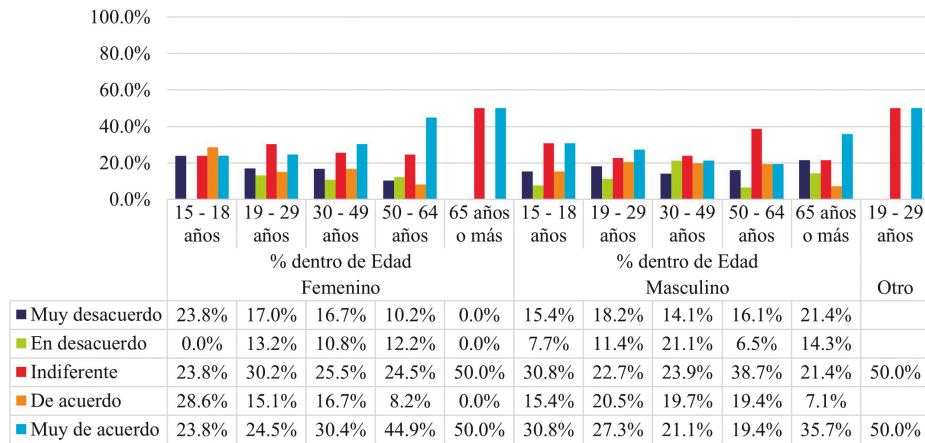
Indicador	Mujeres	Hombres	Otros
Antes hacía más frío que ahora	76.7%	67.9%	100%
Cada vez llueve menos	52.9%	43.9%	50%
Cada vez hay menos áreas verdes	84.11%	80.9%	100%
Ahora hay más casas que antes	91.8%	86.7%	50%

**Tabla 1.** Indicadores de cambios en el medio ambiente urbano. Fuente: Elaboración propia.

Es necesario recalcar que la población de ambos sexos de todos los rangos de edad coincidió que *Antes hacía más frío que ahora*. Para la pregunta de *Cada vez llueve menos*, la población femenina de 15-18 años y de 65 años o más se dividió entre *Indiferente* y *Muy de acuerdo*, mientras que la población masculina de 19-29 años contestó estar *De acuerdo*, mientras que los demás rangos de edad coincidieron en estar *Muy de acuerdo*. La población Otros, también estuvo dividida entre *Indiferente* y *Muy de acuerdo*.

En relación con la pregunta ¿Cada vez hay menos áreas verdes? la población femenina y masculina de todos los rangos coincidió estar *Muy de acuerdo*, mientras que la población con el sexo otro estuvo dividida entre *Indiferente* y *Muy de acuerdo*. En el caso de la pregunta *Cada vez hay menos áreas verdes* la población femenina de 15-64 años coincidieron en estar *Muy de acuerdo*, la población femenina de 65 años o más estuvo dividida entre *De acuerdo* y *Muy de acuerdo*. En relación con los rangos de edad masculino y otro coincidió estar *Muy de acuerdo*.

La frecuencia de las tormentas, los porcentajes por rangos de edad indican que la población femenina de 15-18 años no está segura si las tormentas ahora son más frecuentes, los porcentajes de 23.8 por ciento corresponden al rango de *Muy de acuerdo*, *Indiferente*, *Muy de desacuerdo* mientras que el 28.6 por ciento dice estar *De acuerdo* con que ahora si son más frecuentes, las mujeres de 19-29 años se notaron *Indiferente*, mientras que las mujeres de 30 a 65 años o más están *Muy de acuerdo*. En el caso de la población masculina paso algo similar en la población de 15-18 años la mayoría se encuentra entre *Indiferente* y *Muy de acuerdo*, la población en el rango de 19-29 y 65 años o más dice estar *Muy de acuerdo* mientras que de 30-64 años se notó indiferente (ver figura 5).



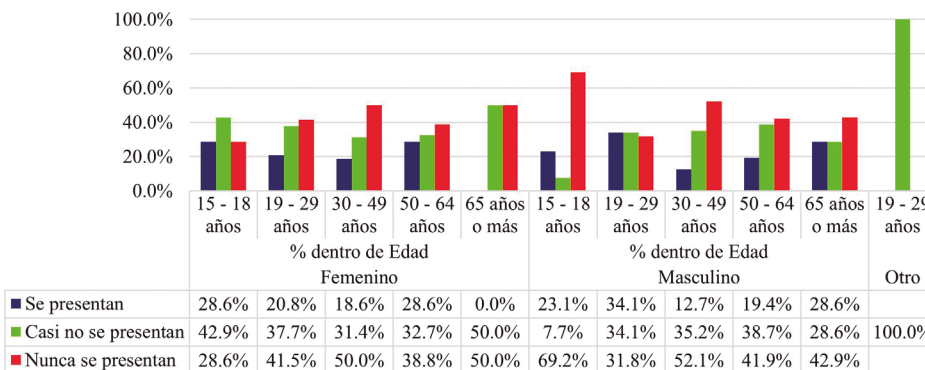
**Figura 5.** Indicadores de cambios en la frecuencia de las tormentas tropicales en el centro urbano de Berriozábal por rango de edad y sexo. Fuente: Elaboración propia.

En relación con el caso de los ciclones tropicales, el 44.3 por ciento de las personas encuestadas mencionó que los ciclones tropicales *No se presentan* en el centro urbano, el 34.1 por ciento indicó que *Casi no se presentan* y el 21.6 por ciento señaló que *Se presentan*.

**Percepción del fenómeno ciclónico**

En este apartado se buscó conocer la percepción que tienen sobre los fenómenos hidrometeorológicos, puesto que, el riesgo asociado a los ciclones tropicales no es percibido siempre con la misma intensidad y menos cuando se está en un lugar alejado al tránsito anual de estos.

La figura 6 representa la percepción de la presencia de ciclones tropicales y/o huracanes, los porcentajes por rangos de edad indican que la población femenina de 15-18 años y de 65 años o más consideran que *Casi no se presentan*, mientras que la población entre 19-65 años indicaron que *No se presentan*.



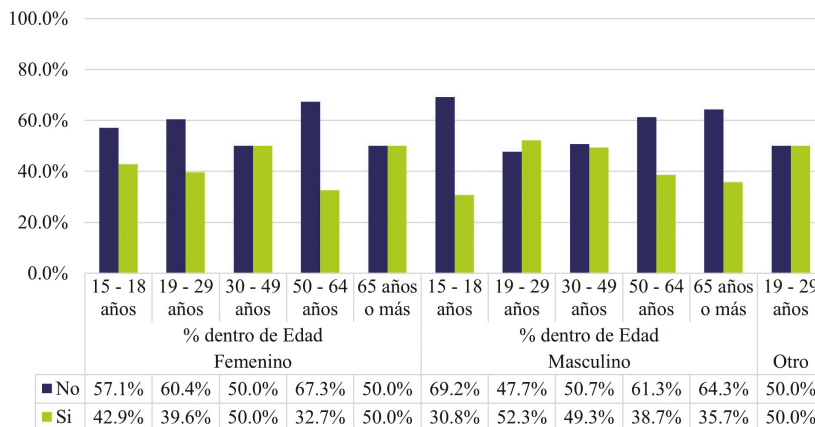
**Figura 6.** Presencia de Ciclones Tropicales y/o Huracanes en el centro urbano de Berriozábal por rango de edad y sexo. Fuente: Elaboración propia.

El 69.2 por ciento de la población masculina entre 15-18 años considera que el fenómeno *No se presentan*, el 68.2 por ciento de la población entre 19-29 años está dividido entre *Se presentan* y *Casi no se presentan*, mientras que el rango de 30-65 años o más consideran que *Nunca se presentan* y las dos personas encuestadas con la opción de *Otro* estuvieron de acuerdo con *Casi no se presentan*.

En cuanto a las tormentas el 36.6 por ciento de las personas contestaron que *No se presentan*, 41.5 por ciento *Casi no se presentan* y tan sólo el 21.9 por ciento de las personas comentaron que se presentan, si hacemos la referencia con respecto al sexo hombres y mujeres mencionaron en su mayoría que *Casi no se presentan*. Mientras que con respecto a las inundaciones la mayoría de la población encuestada mencionaron que *Casi no se presentan*, seguido de *Nunca se presentan* (29.9 por ciento) y *Se presentan* (29.6 por ciento).

Una pregunta de esta sección fue si conocían la diferencia entre los ciclones tropicales y los huracanes. En términos generales de la muestra los datos revelaron que el 55.7 por ciento de la muestra total *No conoce* la diferencia entre ambos fenómenos, mientras que el 44.3 por ciento *Si la conoce*. Sin embargo, en algunas encuestas se pudo percibir que las personas que contestaron positivamente se notaron inseguras de su respuesta e incluían alguna pregunta para confirmar si habían contestado correcto o en el caso de que no conociesen la diferencia pedían que se les explicara.

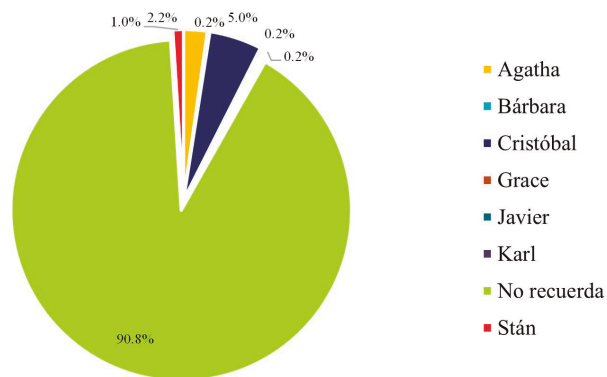
Sin embargo, los resultados por rango de edad y sexo, se aprecia que la población femenina en un rango de edad de 30-49 años y de 65 años o más en ambos sexos dividen opiniones entre si conocen o no conocen la diferencia entre ambos fenómenos. La población masculina de 19-29 años se muestra positiva con respecto a conocer la diferencia, mientras que el resto tuvo una respuesta negativa (ver figura 7).



**Figura 7.** Percepción de la diferencia entre ciclones tropicales y huracanes en el centro urbano de Berriozábal por rango de edad y sexo. Fuente: Elaboración propia.

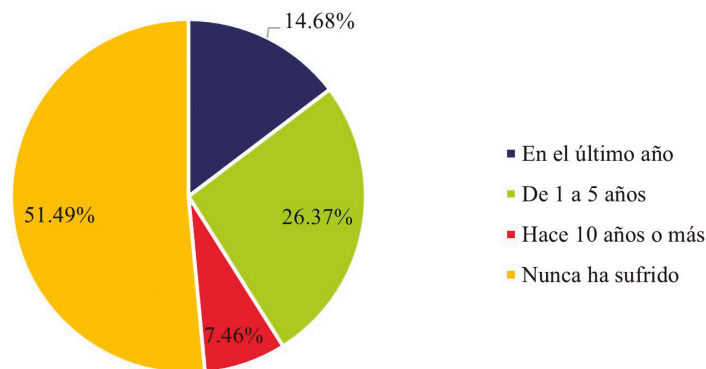
En caso de que la respuesta fuera positiva, se les preguntó si podían recordar el nombre del ciclón tropical, a lo que el 90.8 por ciento de las personas encuestadas respondió que no recordaba el nombre del ciclón tropical, el 2% recordaba a Agatha por ser un fenómeno que había ocurrido recientemente al momento de la encuesta y el 5 por ciento recordó a Cristóbal haciendo

referencia a que fue cuando se inundó el Barrio San Miguel. Algo importante que mencionar es que de la población encuestada que recordaba el nombre de Cristóbal se encontraba en el rango de 30-49 años en la población femenina y masculina. En el caso de la población joven (15-29 años) coincidieron casi en su totalidad que *No recordaban* el nombre (ver figura 8).



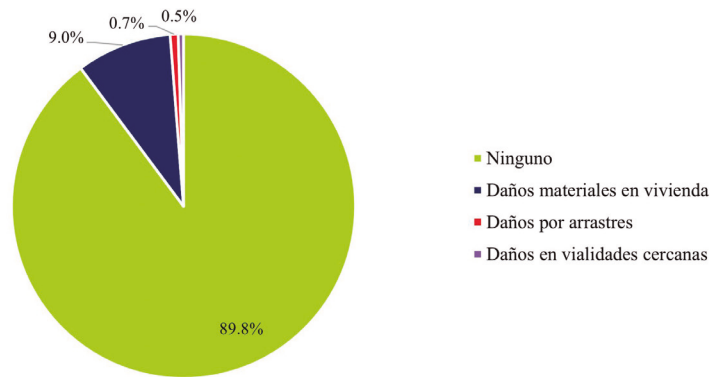
**Figura 8.** Percepción de los nombres de ciclones tropicales o huracanes que han presentado en los últimos 30 años en el centro urbano de Berriozábal. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9, se muestra la frecuencia con la que las personas recuerdan haber sufrido algún desastre por algún ciclón tropical en su comunidad. Las respuestas de la población en términos generales indicaron que el 51.49 por ciento *Nunca ha sufrido algún desastre* por ciclón tropical, el 26.37 por ciento *Ha sufrido algún desastre en un periodo de 1 a 5 años*, el 14.68 por ciento de la población *Ha sufrido algún desastre en el último año* a consecuencia de un ciclón tropical, mientras que el 7.46 por ciento de la población tiene 10 años o más que sufrió algún desastre.



**Figura 9.** Percepción de la frecuencia de haber sufrido algún desastre por ciclón tropical en el centro urbano Berriozábal. Fuente: Elaboración propia.

Se preguntó qué tipo de pérdidas o daños sufrieron por algún evento ciclónico, a lo que la población contestó varias opciones, éstas se agruparon en tres rubros: daños en viviendas, daños en vialidades y daños por arrastre (ver figura 10).



**Figura 10.** Tipos de daños generados por Tormentas tropicales en el centro urbano de Berriozábal. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los daños por vivienda, las personas encuestadas mencionaron: encharcamientos, pérdidas materiales (electrodomésticos, muebles, ropa, colchones, papeles importantes), daños en techos (volaron láminas); dentro de los daños por arrastre se cayeron bardas, puentes, arrastró vehículos, plantas; mientras que, los daños en vialidades cercanas implicaron la caída de un puente, se inundó parte del Barrio San Miguel quedó incomunicado, se inundaron y encharcaron calles y en otras no se podía transitar.

## Conclusiones

Esta investigación abordó al concepto riesgo desde su origen e interpretación, sus componentes y enfoques. El concepto del riesgo ha cambiado a lo largo de la historia, las formas de abordaje académico, precisan que el estudio forma parte de los procesos sociales denominados “modernidad” y permiten analizar la falta de desarrollo o armonía ambiental entre los individuos y su entorno.

La manera en que cada individuo valora y aprecia su entorno depende de la percepción socioambiental que ha tenido a lo largo de su vida e influye de manera importante en la toma de decisiones sobre el medio que los rodea. El desarrollo local en una comunidad, exige una interpretación multidisciplinar en la compleja realidad a la que están expuestas las sociedades en la actualidad.

La construcción de la vulnerabilidad socioambiental juega un papel en la configuración de la percepción riesgo que representa el impacto de los ciclones tropicales a pesar de distancia de su trayectoria por ciudades que se ubican al interior, refleja los niveles de afectación a los que pueden estar propensas las personas por la configuración del espacio construido en el área urbanizada.

En los últimos años los centros urbanos al interior como Berriozábal han experimentado una transformación a consecuencia de los cambios de uso de suelo producto de los procesos de urbanización dada su cercanía con otras ciudades, lo que ha contribuido notablemente en la configuración del riesgo en las ciudades; y aunque este proceso de urbanización ha influenciado cambios físicos en el espacio geográfico, sigue conservando patrones culturales y sociales locales.

Los retos al hablar de construcción socioambiental del riesgo por ciclones tropicales, es considerarlo como un concepto complejo que parte de la primicia de aceptar y entender el riesgo desde un contexto que contempla distintos procesos socioambientales, económicos y políticos en el desarrollo local de una sociedad al interior de las costas. Ha permitido definir a que no se cumpla la hipótesis, la cual describe los cambios socioambientales determinan el impacto de los ciclones tropicales sobre la población en condiciones de vulnerabilidad, sin importar que la presencia de estos fenómenos ciclónicos no sea constante, por lo tanto, la población con menos recursos no cuenta con recursos que le permita prever y solventar los daños generados a sus bienes materiales.

Dicho esto, la percepción del riesgo socioambiental ante ciclones tropicales juega un papel importante en las áreas urbanas ya que los componentes o elementos que intervienen en su conformación como centro de población, se identifica la relación existente entre el desarrollo humano con el medio ambiente, reflejo de la percepción que tiene el hombre sobre su entorno físico y natural dentro de un contexto socioambiental cambiantes que determinan la vulnerabilidad de los centros de población al interior del continente.

Son las áreas urbanas consolidadas en ciudades pequeñas al interior del continente las que presentan menor impacto de los ciclones tropicales según sus trayectorias, pero esta aumenta la susceptibilidad de afectaciones en la medida que se localizan dentro de las zonas de tránsito ciclónico, se ubican en partes bajas de los sistemas montañosos o llanuras costeras que determina el aumento los posibles daños de desastre en la población con menores condiciones de resistir los efectos ante la variabilidad climática global.

Este trabajo es parte de una de una investigación más extensa, la cual integra otra información cualitativa y/o cuantitativa, así como materiales gráficos que complementa lo escrito en este documento y que puede ser consulta para mejor interpretación del problema definido.

## Bibliografía

- Alcántara-Ayala, I., Garza, M., López, A., Magaña, V., Oropeza, O., Puente, S., Lucatello, S., Ruiz, N., Tena, R., Urzúa, M., Vázquez, G. (2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. *Investigaciones Geográficas*, Núm. 98. <https://doi.org/10.14350/rig.59784>
- Aneas de Castro, S. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. *SCRIPTA NOVA No. 60*. Universidad de Barcelona. ISSN:1138-9788. [https://www.ub.edu/geocrit/sn60.htm#:~:text=Riesgos%20y%20peligros%3%a%20una%20visi%C3%B3n%20desde%20la%20geograf%C3%Ada%20\(Resumen\),an%C3%A1lisis%20de%20peligros%20y%20riesgos.](https://www.ub.edu/geocrit/sn60.htm#:~:text=Riesgos%20y%20peligros%3%a%20una%20visi%C3%B3n%20desde%20la%20geograf%C3%Ada%20(Resumen),an%C3%A1lisis%20de%20peligros%20y%20riesgos.)
- Ayuntamiento de Berriozábal, (2019b). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano Berriozábal*. Berriozábal, Chiapas.
- Ayala-Carcedo, F., Olcina, J. (2002). *Riesgos Naturales*. Editorial Ariel, S.A.
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters y United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2020). *The human cost of disasters: An overview of the last 20 years 2000-2019*. <https://reliefweb.int/report/world/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>

- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2021). *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México. Resumen Ejecutivo 2021*. [Archivo PDF] <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/487-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2021.PDF>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2021a). Fascículo: Ciclones Tropicales [Archivo PDF] <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/5-FASCCULOCICLONESTROPICALES.PDF>
- Douglas, M. (1996). *La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*. Barcelona: Paidós.
- García, C. (2016). *Reconstrucción paleoclimática de la variabilidad de la precipitación en Baja California Sur preservada en los sedimentos de la Cuenca Alfonso en la Bahía de la Paz* [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada] <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1345/1/245371.pdf>
- García, M., Adame-Martínez, S. (2017). Propuesta metodológica para evaluar la vulnerabilidad por ciclones tropicales en ciudades expuestas. *Quivera Revista de Estudios Territoriales* 19 (2), 35-58. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/9749>
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Barcelona. Gedisa
- García, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos* (19), 11-24. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-050X2005000300002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2005000300002)
- Gutiérrez, E. y Vladimirovna, O. (2016). *Estadística inferencial 1 para ingeniería y ciencias*. (1ª ed. Vol. 1). Grupo Editorial Patria.
- Hamui, L., Fuentes, R., Aguirre, R., y Ramírez, O. F. (2013). *Dimensiones epistemológicas, teórico-conceptuales y metodológicas en el estudio de la satisfacción*. En *Expectativas y experiencias de los usuarios del Sistema de Salud en México: Un estudio de satisfacción con la atención médica*. (pp. 21-64). Ciudad de México: Facultad de Medicina. UNAM.
- Jerez, D. (2015). *Construcción social del riesgo de desastres: La teoría de representaciones sociales y el enfoque social en el estudio de problemáticas socio-ambientales*. [Archivo PDF] <http://ru.iiec.unam.mx/2810/1/Eje1-038-Jerez.pdf>
- Martínez, M. (2015). *La Construcción del Conocimiento Científico del Riesgo de Desastre. Epistemología, Teorías y Metodología de los estudios desde una perspectiva geográfica*. [Tesis de Doctorado Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1380>
- Olcina, J. (2006). Riesgos naturales y tecnológicos y ordenación del territorio. Nuevos Contextos. *1er Workshop Mendoza: Red Iberoamericana de Observación Territorial Vol. V. Proyección* 11. 192-209. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/13575/09olcina-proyeccion11.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13575/09olcina-proyeccion11.pdf)
- ONU-Hábitat/CAF (2014) *Construcción de ciudades más equitativas. Políticas públicas para la inclusión en América Latina. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos/Banco de Desarrollo de América Latina*. [Archivo PDF] [https://archivo.cepal.org/pdfs/ebooks/Construccion\\_ciudades\\_mas\\_equitativas.pdf](https://archivo.cepal.org/pdfs/ebooks/Construccion_ciudades_mas_equitativas.pdf)
- Smith, A., Hoffman, S. (2001). *Catastrophe & Culture. The Anthropology of Disaster*. Susanna M. Hoffman & Anthony Oliver Smith, eds, *Catastrophe & Culture: The Anthropology of Disaster*



# Análisis de las prácticas alimentarias de dos comunidades de Chiapas, México

Andrea Venegas-Sandoval, Adriana Caballero-Roque,  
Patricia Abrajan-Hernández, José Francisco Pinto-Castillo,  
Emmanuel Díaz-Nigenda, Sandra Urania Moreno-Andrade, Williams Vázquez-Morales

## Resumen

Chiapas se caracteriza por ser un territorio con alta complejidad socioambiental dada por su riqueza biológica, heterogeneidad geomorfológica y diversidad cultural. Aunado al hecho de que en la entidad confluyen condiciones de alta marginación, siendo que el 24% de su población presenta carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad.

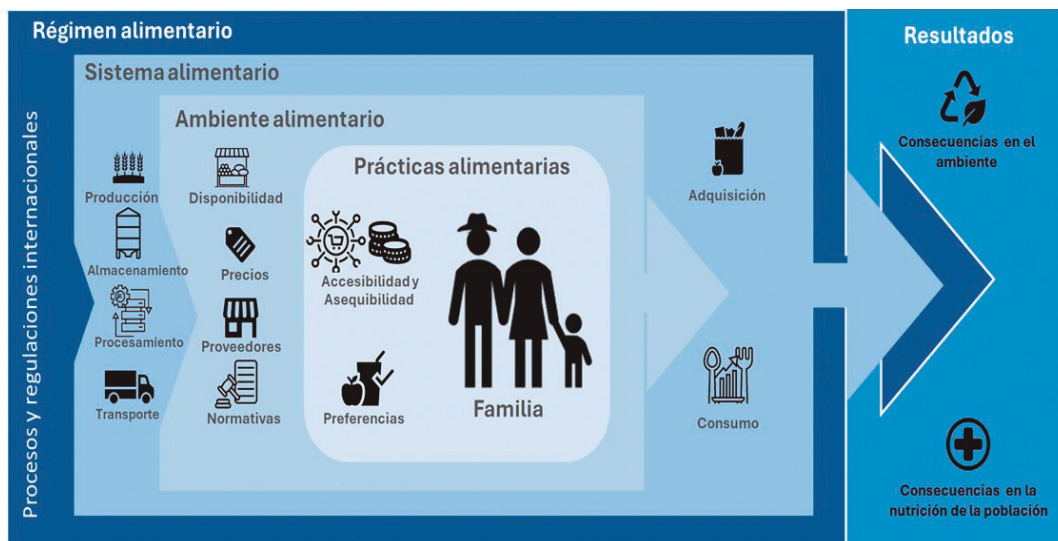
Las prácticas alimentarias son dinámicas y están cambiando a un ritmo acelerado, aunado a que la pandemia por COVID-19 agudizó las condiciones de desigualdad, marginación e inseguridad alimentaria. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 indica que el 47.1% de las familias reportó reducción en el gasto en alimentos como consecuencia de la contingencia sanitaria, por lo que la presente investigación busca caracterizar las prácticas alimentarias de mujeres habitantes de Tuxtla Gutiérrez y Berriozábal, Chiapas, con la finalidad de identificar retos y oportunidades para la sostenibilidad del sistema alimentario.

Para realizar el análisis se revisaron estadísticas demográficas, además se aplicaron 62 entrevistas estructuradas (datos sociodemográficos, gasto en alimentos, información sobre nutrición e impactos de la pandemia en alimentación) a mujeres de la colonia Santa Cruz en Tuxtla Gutiérrez y de la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas. Las principales prácticas alimentarias identificadas están relacionadas al proceso de compra y elección de alimentos, así como al impacto de la pandemia COVID-19 en ellas. El 63% de las entrevistadas señalan que, si tuvo consecuencias la pandemia en su alimentación, principalmente a través del incremento de precios de los alimentos.

**Palabras clave:** sistema alimentario, pandemia COVID-19, hábitos alimentarios, accesibilidad a los alimentos.

## Introducción

La situación de los sistemas alimentarios, la seguridad alimentaria, así como de la salud nutricional y ambiental en el contexto de cambio climático y de crecimiento poblacional, a nivel internacional, nacional y estatal, es un entramado complejo de interacciones dinámicas, multidimensionales; cuyo abordaje requiere una perspectiva sistémica que comprenda las interrelaciones entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales (González-Catalán y Rodríguez-Orozco, 2023; FAO *et al.*, 2023; Swinburn *et al.*, 2019, Godfray *et al.*, 2010).



**Figura 1.** Marco conceptual que muestra las prácticas alimentarias y su relación con el ambiente, sistema y régimen alimentario. Elaboración propia a partir de la adaptación de Turner *et al.* (2018).

La pandemia ocasionada por el coronavirus (COVID-19) ocasionó un desafío todavía mayor en los sistemas alimentarios y la nutrición, ya que el hambre se incrementó, ocasionando que en el 2022 alrededor del 9,2% de la población mundial la padeciera (FAO *et al.*, 2023). Esta pandemia, también resaltó la importancia de las cadenas cortas de alimentos y de los sistemas alimentarios regionales y locales (Fletes *et al.*, 2021). En el caso de México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 indica que el 47.1% de las familias reportó reducción en el gasto en alimentos como consecuencia de la contingencia sanitaria, ocasionando un deterioro de la inseguridad alimentaria, especialmente para las personas más vulnerables (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2021). Asimismo, se reportaron cambios en las prácticas alimentarias, particularmente en la disminución del consumo de verduras, frutas, y proteínas de origen animal (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2021). En este sentido, resulta pertinente examinar el impacto de la pandemia en la dinámica de los sistemas y prácticas alimentarias en distintas comunidades de México y particularmente en Chiapas, entidad que presenta el 24.5% de su población con carencia por acceso a alimentación, el cual, de acuerdo con CONEVAL (2021) está por encima del promedio nacional (22.5%); por lo que la presente investigación analiza las prácticas alimentarias de mujeres de Tuxtla Gutiérrez y Berriozábal.

Para entender la dinámica socioambiental que determina la alimentación de una población se necesita la comprensión de tres aspectos: 1) el sistema alimentario que opera en el territorio, 2) los regímenes alimentarios, y 3) la seguridad alimentaria y la vulnerabilidad (Gutiérrez-Hernández y Cruz-Ocaña, 2021). Asimismo, es pertinente conocer el ambiente alimentario y las prácticas alimentarias, ya que estas determinan el proceso cotidiano de alimentación, y se encuentran articuladas con el sistema y el régimen alimentario predominantes (ver figura 1).

El sistema alimentario consiste en las relaciones entre los elementos (persona, ecosistemas, agroecosistemas, insumos, instituciones), actividades relacionadas con la producción, procesamiento, distribución, preparación y consumo de alimentos, así como los resultados socioambien-

tales de estas actividades (HLPE, 2014). Se denomina régimen alimentario a la estructura establecida por procesos globales y regida por reglas que determinan el consumo y la producción de alimentos (Holt-Giménez, 2009). La dinámica del régimen y del sistema alimentario constituye un elemento primordial que determina la disponibilidad y acceso a los alimentos (Ramírez-Juárez, 2023) y por lo tanto de las prácticas alimentarias. El ambiente alimentario consiste en el entorno donde las personas interactúan con el sistema alimentario, mediante la adquisición y consumo de alimentos lo que da estructuras a sus dietas. Estas interacciones se manifiestan en la disponibilidad, accesibilidad y precios de los alimentos, así como las características de los proveedores y la comercialización y sus regulaciones (Turner *et al.*, 2018).

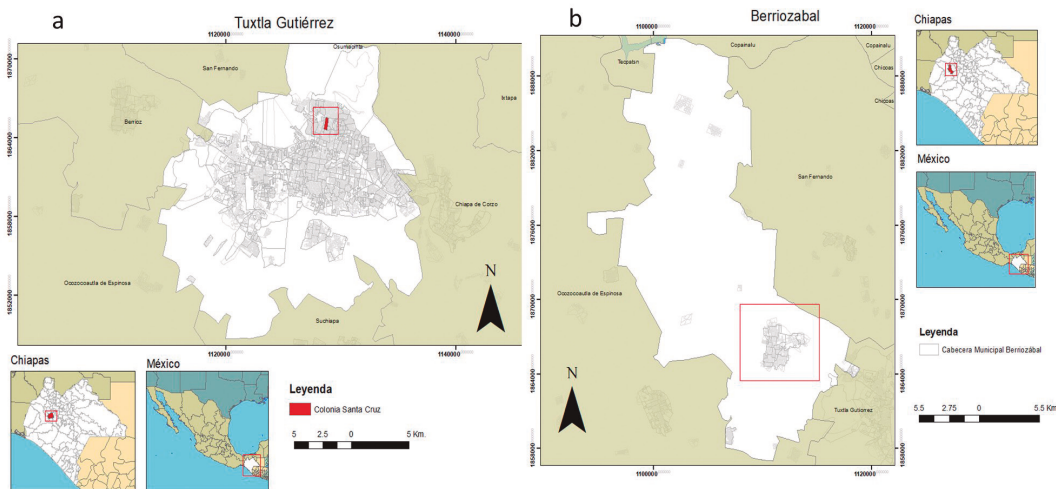
Las prácticas alimentarias son entendidas como decisiones que implican una acción más o menos inconsciente, constante que representan una práctica social cognitiva-afectiva influenciada por factores culturales y socioeconómicos con una cierta subordinación a las alternativas que están a su alcance y (Gutiérrez-Hernández y Cruz-Ocaña, 2021; Boragnio y Scribano, 2021; Lutz, 2019) que tienden a convertirse en hábitos. Ejemplos de prácticas alimentarias son el gasto destinado a la adquisición de alimentos, la elección del lugar para la compra de estos (aspectos relacionados con la accesibilidad y asequibilidad), preparación de la comida y elección/ consumo de alimentos (aspectos relacionados con las preferencias) (Lutz, 2019; Pérez-Gil, 2007).

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar las prácticas alimentarias, principalmente las relacionadas a la accesibilidad, asequibilidad y preferencias de alimentos, de mujeres habitantes de la colonia Santa Cruz de Tuxtla Gutiérrez y de la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas, con la finalidad de aportar fundamentos para el entendimiento del entorno y sistema alimentario de Chiapas.

## Metodología

### **Zona de estudio**

Los municipios de Tuxtla Gutiérrez y Berriozábal se ubican en la Región Socioeconómica I Metropolitana de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez colinda al norte con San Fernando y Osumacinta, al sur con Suchiapa, al oeste con Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal, y al este con Chiapa de Corzo (ver figura 2a), se ubica a una altitud de 522 metros sobre el nivel del mar. La cobertura vegetal y el uso del suelo en el municipio se distribuye de la siguiente forma: Selva baja caducifolia (secundaria) (32.28%), Pastizal inducido (3.52%), Pastizal cultivado (1.65%), Bosque de encino (secundaria) (1.43%), Selva mediana subperennifolia (secundaria) (0.88%) y Selva baja caducifolia (0.71%) y otros usos (30.3%). De Agricultura de temporal se reporta el 29.18%. Los principales cultivos son: maíz, sorgo, frijol y limón. Para el 2020, en Tuxtla Gutiérrez habitaban 604,147 personas, de las cuales 52.6% son mujeres y 47.4% son hombres (CEIEG, 2021). La colonia Santa Cruz es considerada con un grado de marginación medio y viven alrededor de 2,953 personas en 820 casas (CONAPO, 2021).



Berriozábal colinda al norte con Tecpatán y Copainalá, al sur con Tuxtla Gutiérrez, al oeste con Ocozacoautla de Espinosa y al este con San Fernando (ver figura 2b), se ubica a una altitud de 900 metros sobre el nivel del mar. La cobertura vegetal y el uso del suelo en el municipio consiste en: Pastizal cultivado (37.4%), Selva alta perennifolia (secundaria) (15.65%), Selva baja caducifolia (secundaria) (15.01%), Selva mediana subperennifolia (secundaria) (14.8%), Selva mediana subperennifolia (3.38%), Pastizal inducido (2.18%), Bosque de encino (0.37%), Bosque de encino (secundaria) (0.21%) y otros usos (5.42%). Cabe destacar que se reporta el 5.58% para Agricultura de temporal. Los principales cultivos son: maíz, café, limón, mandarina y plátano. Para el 2020, contaba con una población total de 64,632 habitantes, de los cuales 50.7% son mujeres y 49.3% son hombres (CEIEG, 2021). En la cabecera municipal de Berriozábal habitan 36,084 personas, la población económicamente activa principalmente se dedica a actividades del sector secundario y terciario (PMD, 2021).

## Instrumento metodológico

Se aplicaron 62 entrevistas estructuradas a mujeres de los municipios de Tuxtla Gutiérrez (32) y Berriozábal (30), Chiapas en el año 2023. Las entrevistas estructuradas recopilaron información sobre datos sociodemográficos, gasto en alimentos, lugares donde adquieren alimentos, información sobre nutrición e impactos de la pandemia en alimentación. Asimismo, se revisaron datos estadísticos y publicaciones sobre el tema. Los datos se analizaron mediante el uso de medidas de tendencia central.

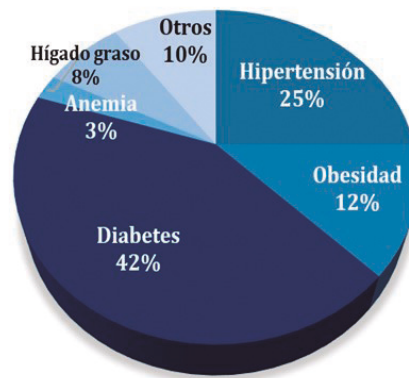
## Resultados

### *Datos generales y características de las comunidades*

El promedio de edad es de 36 años. La principal ocupación de las entrevistadas es ser ama de casa (38%) y comerciante (34%). Las mujeres de Berriozábal se dedican principalmente al hogar

y las que viven en Tuxtla Gutiérrez señalaron que son comerciantes. El poder adquisitivo de las mujeres de Tuxtla Gutiérrez es mayor en comparación a las mujeres de Berriozábal. Lo cual concuerda con los datos publicados del CONEVAL (2021), que establecen que el porcentaje de personas en pobreza es mayor en Berriozábal (61.6% en 2020) que en Tuxtla (46.2% en 2020). Asimismo, la proporción de población con carencia por acceso a la alimentación en Berriozábal para el 2020 es de 19%, mientras que en Tuxtla Gutiérrez es de 14.7%. En cuanto a la escolaridad, el 23% de las entrevistadas cursó estudios universitarios, el 27% cuenta con preparatoria, el 15% con secundaria, el 29% con primaria y el 6% no fue a la escuela. Los hogares, en promedio, están conformados por cuatro personas.

Las enfermedades más frecuentes son diabetes, hipertensión y obesidad (ver figura 3). El 53% de las mujeres entrevistadas en Tuxtla Gutiérrez señalan que alguien de su familia presenta alguna enfermedad relacionada a la alimentación, siendo la hipertensión y diabetes las más frecuentes. Mientras que, en Berriozábal, la situación es la opuesta ya que, el 53% de las mujeres señalan que no presentan enfermedades en su núcleo familiar.

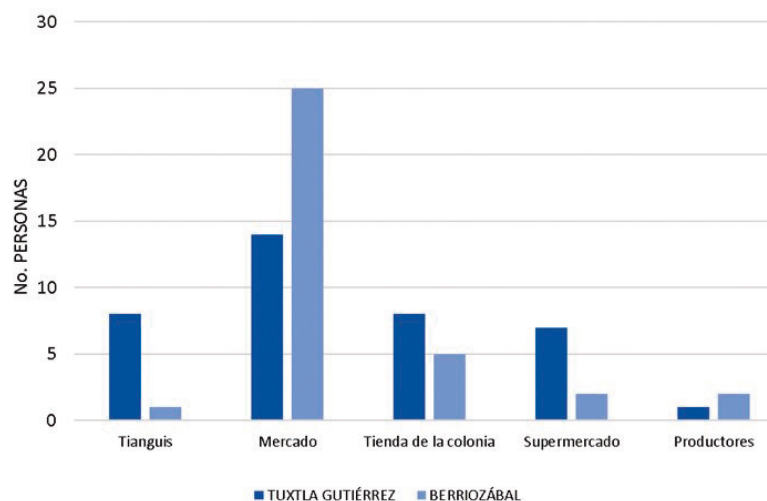


**Figura 3.** Enfermedades relacionadas con la alimentación. Fuente: Elaboración propia.

## Prácticas alimentarias de las mujeres

### ***Accesibilidad y asequibilidad***

En ambos municipios, las entrevistadas señalaron que adquieren sus alimentos principalmente en el mercado y en la tienda de la colonia (ver figura 4). En cuanto al gasto en alimentos, el 69% de las mujeres en Tuxtla Gutiérrez, gastan diariamente en alimentos de 100 a 200 pesos, mientras que en Berriozábal el 50% de las mujeres gastan más de 200 pesos diarios en la adquisición de sus alimentos.

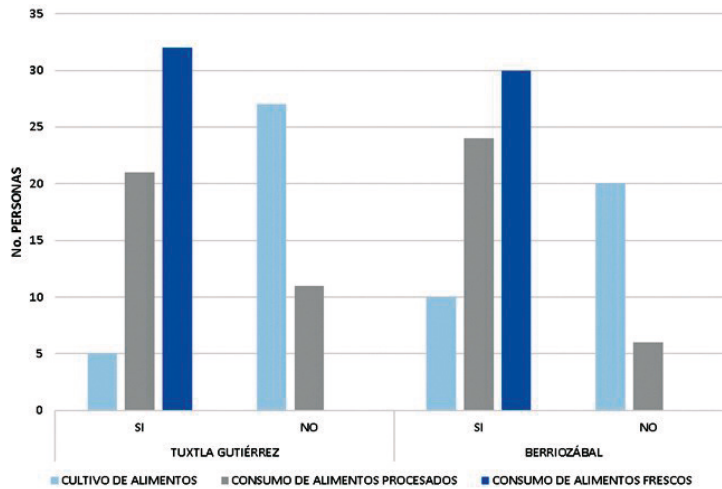


**Figura 4.** Sitios en donde adquieren sus alimentos. Fuente: Elaboración propia.

El 15% de las mujeres habitantes de Tuxtla Gutiérrez, cultivan algunos de sus alimentos principalmente frutas (limón, melón, papaya, aguacate y plátano), hierbas comestibles (hierbabuena, hierbamora y chipilin) y hortalizas (chile y tomate) en huertos de traspatio. Mencionan 10 diferentes alimentos; siendo los más mencionados chile y limón. Mientras que el 33% de las mujeres de Berriozábal cultivan frutas y hortalizas; en este caso mencionaron 15 diferentes alimentos mostrando más diversidad que en Tuxtla Gutiérrez. Entre las frutas que mencionan son: mango, carambola, jocote, sandía, guanábana. Las hortalizas que cultivan son jitomate, chayote, calabaza y cebolla. Los alimentos con más frecuencia de mención son el maíz, chayote y frijol, por lo que algunas de las mujeres entrevistadas de Berriozábal si cuentan con terreno para la producción agrícola.

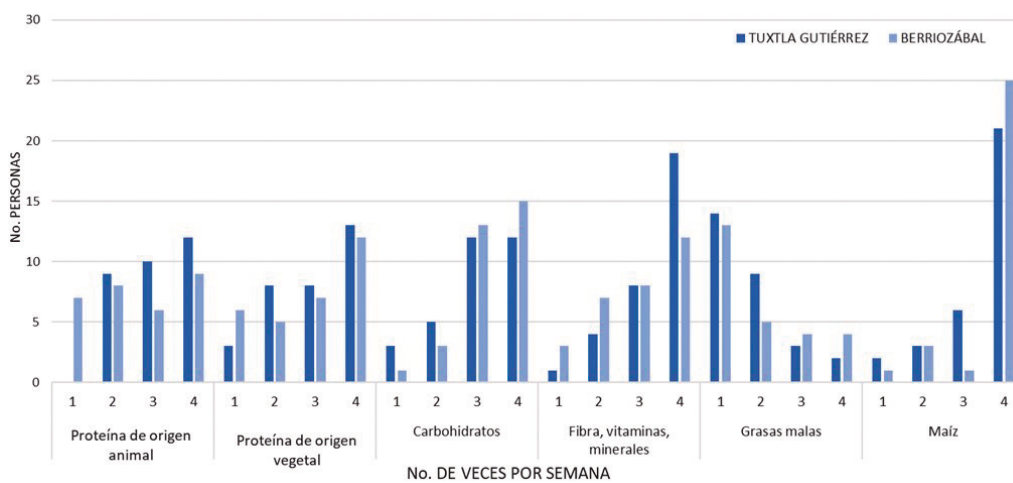
***Preferencias en el consumo de los alimentos:***

En Tuxtla Gutiérrez, el 66% de las entrevistadas consumen alimentos procesados, el 45% más de una vez a la semana. Mientras que, en Berriozábal, el 80% de las entrevistadas los consumen (ver figura 5), el 33% más de una vez a la semana. Los alimentos procesados que principalmente consumen, en ambos casos, son embutidos como jamón y salchicha, y refrescos. Considerando los datos de Tuxtla Gutiérrez y Berriozábal el 100% de las entrevistadas consumen alimentos frescos (ver figura 5).



**Figura 5.** Consumo de alimentos frescos y procesados. Fuente. Elaboración propia.

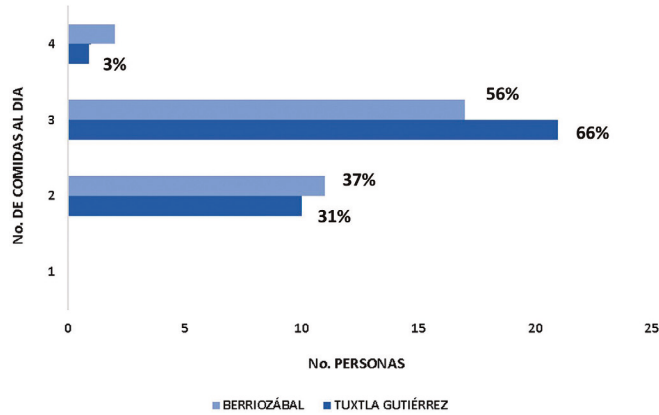
Con relación al consumo de los distintos tipos de alimentos, destaca el hecho de que es mayor el número de entrevistadas que a la semana consumen proteína de origen vegetal con más frecuencia en comparación con aquella de origen animal, situación que se observa para Tuxtla Gutiérrez y Berriozábal. Se observa que el 66% de las entrevistadas en Tuxtla Gutiérrez reconocen que consumen alimentos preparados con maíz cuatro veces o más por semana; mientras que en Berriozábal es el 83%. Se observan algunas diferencias entre lo señalado por las entrevistadas en Tuxtla Gutiérrez y Berriozábal en relación con la frecuencia en el consumo por tipo de alimento. En Tuxtla Gutiérrez se consumen con más frecuencia las proteínas animales, en comparación a Berriozábal. Las frutas son el alimento que se consume con más frecuencia en Tuxtla Gutiérrez, entre las cuales se encuentran: manzana, plátano y naranja. Mientras que en Berriozábal son plátano, manzana y mango (ver figura 6). En el caso de las verduras, las que más consumen son chayote, zanahoria y papas.



**Figura 6.** Frecuencia del consumo de diferentes tipos de alimentos. Fuente: Elaboración propia.

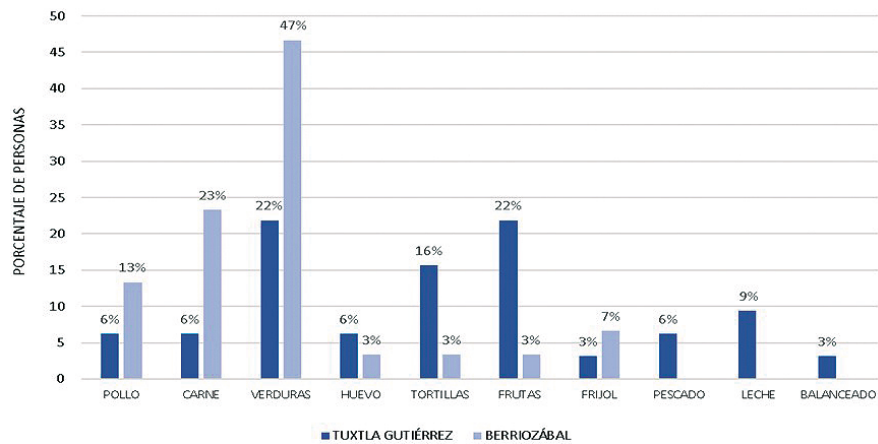


En cuanto al tiempo de preparación de alimentos, tanto en Tuxtla Gutiérrez como en Berriozábal, 60 minutos es el tiempo que fue más mencionado. El 61% de las entrevistadas realizan tres comidas al día, cabe señalar que es mayor el porcentaje de mujeres que realizan dos comidas en Berriozábal en comparación con aquellas de Tuxtla Gutiérrez (ver figura 7).



**Figura 7.** Ingesta de comidas al día. Fuente: Elaboración propia.

Las mujeres en Berriozábal señalan a las verduras, carne de res y de pollo como los alimentos más importantes para su familia, mientras que en Tuxtla Gutiérrez son las verduras y frutas, seguido de tortillas (ver figura 8).



**Figura 8.** Alimentos que consideran de mayor importancia para su familia. Fuente: Elaboración propia.

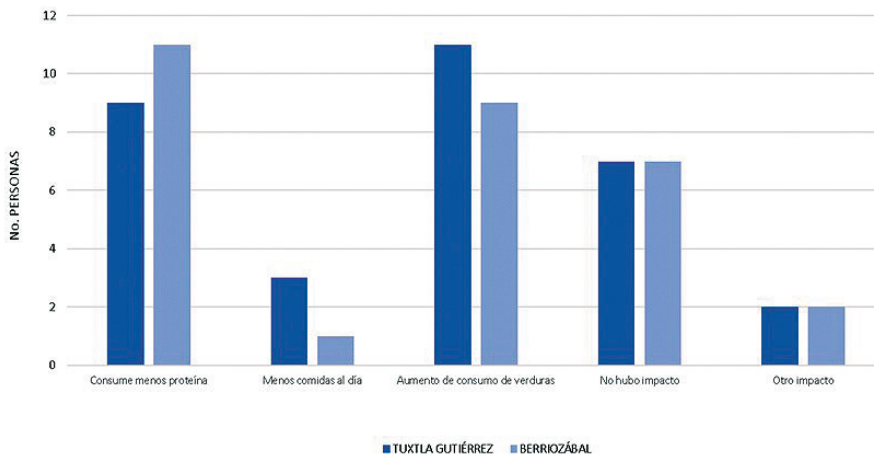
***Impacto de la pandemia en la alimentación***

La pandemia por COVID 19 tuvo distintas consecuencias en la alimentación, esta situación es expresada por las entrevistadas ya que al preguntarles sobre si consideran que el precio de los alimentos de la canasta básica aumentó, el 78% de las mujeres entrevistadas de Tuxtla y Gutiérrez

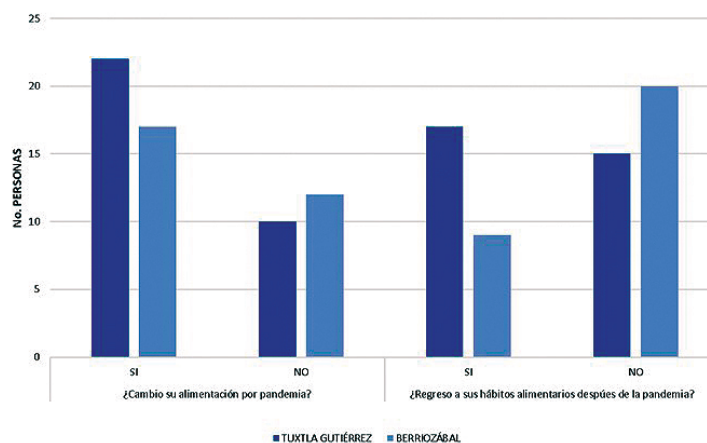
y 68% de las entrevistadas en Berriozábal mencionan que incrementó más de un 30% el gasto familiar destinado a ello. La pandemia de COVID-19 contribuyó a este aumento a través de la depreciación del peso, la disminución de la oferta de ciertos alimentos por la reducción en las exportaciones de algunos países y el incremento de la demanda de unos productos de la canasta básica (Jales, 2021).

El aumento en el costo de los alimentos, aunado a reducción del ingreso familiar debido a despidos (6% de las entrevistadas en Tuxtla y 3% en Berriozábal) y disminución del salario (28% en Tuxtla Gutiérrez y 14% en Berriozábal), situación similar a la reportada a nivel nacional (Shamah-Levy *et al.*, 2021), ocasionó que las familias buscaran estrategias. En Tuxtla Gutiérrez, mencionan que para enfrentar el aumento del costo de los alimentos se incrementó el uso de verduras y legumbres; y en Berriozábal se menciona que se consume menos proteína (ver figura 9). La reducción en el consumo de proteína animal y la búsqueda de fuentes más económicas de proteína es una estrategia que ha sido documentada a nivel Latinoamérica ante la disminución de los ingresos familiares (Jales, 2021).

Al preguntarles si hicieron algún cambio en la elección, adquisición y preparación de alimentos, el 63% de los entrevistados respondieron afirmativamente, siendo más mujeres en Tuxtla Gutiérrez que realizaron alguna modificación en los hábitos relacionados a la alimentación (ver figura 10), como tener más higiene en la preparación de los alimentos lo que implica un adecuado lavado y desinfección. Otros cambios señalados con menor frecuencia fueron alimentarse de forma más saludable, consumir alimentos útiles para reforzar el sistema inmunológico y realizar las compras por una sola persona. Sin embargo, desafortunadamente estos hábitos no fueron definitivos, ya que en el caso de Tuxtla Gutiérrez el 53% de las entrevistadas comentan que abandonaron estos hábitos al regresar a la normalidad. En Berriozábal, la situación fue distinta ya que el 69% señalan que permanece con los nuevos hábitos adquiridos (ver figura 10).



**Figura 9.** Impacto del incremento del precio de los alimentos. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10.** Hábitos alimentarios y pandemia. Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, los impactos en la alimentación por COVID-19, se expresan principalmente de la siguiente forma:

- Disminución del acceso a los alimentos por incremento del costo
- Reducción en el consumo de proteína de origen animal
- Incremento en el consumo de verduras

## Conclusiones

Las principales prácticas alimentarias identificadas de las mujeres entrevistadas están relacionadas a la accesibilidad y asequibilidad de los alimentos (al proceso de compra y gasto) así como de las preferencias en la alimentación. Los víveres son adquiridos principalmente en el mercado y en la tienda de la colonia. Se estima que las mujeres destinan alrededor del 40% de los ingresos a la adquisición de alimentos y solo una pequeña proporción cultivan algún alimento, siendo más, las mujeres que producen alguno de sus alimentos en Berriozábal. En cuanto a las prácticas alimentarias relacionadas con la dieta, es de destacar el alto consumo de embutidos, que puede acrecentar enfermedades como diabetes, hipertensión y obesidad lo cual puede convertirse en un problema de salud pública. Las entrevistadas consumen con más frecuencia a la semana proteína de origen vegetal que en comparación con el de origen animal. En general, son similares las prácticas alimentarias de las entrevistadas de ambos sitios, lo cual puede ser debido a la cercanía geográfica y cultural. Algunas de las principales diferencias radican en qué es mayor el porcentaje de mujeres en Berriozábal que realizan dos comidas al día, asimismo que los alimentos que más se consumen son verduras. A diferencia, de las entrevistadas en Tuxtla Gutiérrez, en donde se observa mayor equilibrio en la dieta, teniendo la misma proporción en la elección del consumo de verduras y frutas.

En cuanto al impacto de la pandemia por COVID-19, la mayoría de las entrevistadas señalan que, si tuvo consecuencias la pandemia en su alimentación, siendo más las mujeres en Tuxtla Gutiérrez que identificaron este cambio, sobre todo el impacto se observa en el incremento de precios de los alimentos. Las respuestas para hacer frente a ese incremento del costo fueron diferenciadas

entre los dos sitios, ya que, en Tuxtla Gutiérrez, se aumentó el consumo de verduras y legumbres; y en Berriozábal se optó por consumir menos proteína animal. Si bien, la pandemia motivó a realizar algunos cambios en la dieta que favorecen a una alimentación más saludable, buena proporción de las entrevistadas comentan que abandonaron estos hábitos al regresar a la normalidad.

En el presente capítulo se muestran algunos hallazgos sobre las características de las prácticas alimentarias de dos comunidades de Chiapas, los cuáles son resultados de una investigación en desarrollo. Sin embargo, es necesario realizar más estudios al respecto que permitan tener una visualización más completa del entorno y sistema alimentario en Chiapas, así como de su influencia en las prácticas alimentarias de la población y cómo éstas influyen en la dinámica socioambiental del territorio. Esto dará la posibilidad de hacer nuevas aportaciones sobre el impacto de la alimentación en el ambiente y en la nutrición de la población, considerando el contexto de cambio climático.

## Bibliografía

- Boragnio A., Scribano A. (2021). Presentación del monográfico: El comer del siglo XXI: sensibilidades y prácticas alimentarias. Aposta: revista de ciencias sociales. ISSN 1696-7348, N° 90, Julio- septiembre 2021, 8-12 pp.
- CEIEG (Comité Estatal de Información Estadística y Geografía). (2021). Perfiles Municipales. CEIEG. Disponible en: <https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>.
- CONAPO. 2021. Índice de marginación por entidad federativa. México. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México- 2020. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2020). Informe de pobreza y evaluación 2020. Chiapas. Ciudad de México: CONEVAL.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2023). Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Roma, FAO. <http://doi.org/10.4060/cc655oes>.
- Fletes Ocón, Héctor B.; Ocampo Guzmán, Guadalupe y Pizaña Vidal, Hugo A. (2021): Reestructuración de cadenas productivas y situación de los sistemas alimentarios en el Soconusco. In: Wong González, P., Isaac Egurrola, J. E., Morales García de Alba, E. R. y Treviño Aldape, A. [Coords.] (2021). La dimensión global de las regiones y sus reconfiguraciones económicas y urbanas. (Vol. II). Edit. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional. (Colección: Recuperación transformadora de los territorios con equidad y sostenibilidad), México. En [ru.iiec.unam.mx/5476/](http://ru.iiec.unam.mx/5476/). ISBN UNAM 978-607-30-5333-4, AMECIDER 978-607-8632-19-0.
- Godfray HC, Beddington JR, Crute IR, et al. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* (New York, N.Y.). Feb;327(5967):812-818. DOI: 10.1126/science.1185383. PMID: 20110467.
- González Catalán, M., & Rodríguez-Orozco, A. (2023). Seguridad y sistemas alimentarios en México. *IBN SINA*, 14(1), 1-9. <https://doi.org/10.48777/ibnsina.v14i1.872>.

- Gutiérrez-Hernández, Cruz-Ocaña. (2021). Prácticas alimentarias y vida cotidiana de mujeres en Tuxtla Gutiérrez: caso banco de alimentos de México. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. Volumen 31, Número 58. Julio – Diciembre. ISSN: 2395-9169 DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v31i58.1137e211137>.
- Holt-Giménez, E. (2009). Crisis alimentarias, movimiento alimentario y cambio de régimen. *Ecología Política* Núm. 38. 73-79 pp.
- HLPE. (2014). Food losses y waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security y Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3901e.pdf>
- Jales M. (2021). El impacto de la pandemia de Covid-19 en la oferta y la demanda de productos alimentarios en América Latina y el Caribe. En Graziano da Silva, J., Jales, M., Rapallo, R., Díaz-Bonilla, E., Girardi, G., del Grossi, M., Luiselli, C., Sotomayor, O., Rodríguez, A., Rodríguez, M., Wander, P., Rodríguez, M., Zuluaga, J., Pérez, D. 2021. *Sistemas alimentarios en América Latina y el Caribe - Desafíos en un escenario pospandemia*. Panamá, FAO y CIDES. <https://doi.org/10.4060/cb5441es>.
- Lutz, B. (2019). El bien comer: normalización de las prácticas alimentarias en México. *Iberoforum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, vol. XIII, núm. 26, -Julio, pp. 72-97.
- Pérez-Gil, S., Vega-García, L. y Romero-Juárez, G. (2007). Prácticas alimentarias de mujeres rurales ¿una nueva percepción del cuerpo? *Salud Pública en México*, 49(1), 52-62.
- PMD. (2021). Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 Berriozábal, Chiapas. Disponible en [https://berriozabal.gob.mx/wp-content/uploads/2022/06/PMD\\_BERRIOZABAL.pdf](https://berriozabal.gob.mx/wp-content/uploads/2022/06/PMD_BERRIOZABAL.pdf)
- Ramírez-Juárez J. (2023). Régimen alimentario y agricultura familiar. Elementos para la soberanía alimentaria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 29 Suppl. Especial <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i29.3533>.
- Rodríguez-Ramírez, Sonia, Gaona-Pineda, Elsa B, Martínez-Tapia, Brenda, Romero-Martínez, Martín, Mundo-Rosas, Verónica, & Shamah-Levy, Teresa. (2021). Inseguridad alimentaria y percepción de cambios en la alimentación en hogares mexicanos durante el confinamiento por la pandemia de Covid-19. *Salud Pública de México*, 63(6), 763-772. Epub 27 de febrero de 2023. <https://doi.org/10.21149/12790>
- Shamah-Levy T, Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arredondo S, Colchero MA, Gaona- Pineda EB, Lazcano-Ponce E, Martínez-Barnetche J, Alpuche-Arana C, Rivera-Dommarco J. (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Swinburn, B., Kraak, V., Allender, S., Atkins, V., Baker, P., Bogard, J. (2019). The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change. The Lancet Commission report. *The Lancet*, Vol. 393. doi:10.1016/S0140-6736(18)32822-8.
- Turner, C., Aggarwal, A., Walls, H., Herforth, A., Drewnowski, A., Coates, J., et al. (2018). Concepts and critical perspectives for food environment research: a global framework with implications for action in low-and middle-income countries, *Glob. Food Sec.*, 18(2018): 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.08.003>

# Cambio de uso y cobertura del suelo: una perspectiva desde la agricultura y la ganadería en el municipio de La Trinitaria, Chiapas.

Edgar Daniel Calvo-López, Emmanuel Díaz-Nigenda,  
Horacio Morales-Iglesias, Andrea Venegas-Sandoval,  
Ariosto López-Alegría, Williams Vázquez-Morales,  
José Francisco Pinto-Castillo

## Resumen

En Chiapas, el cambio de uso y cobertura del suelo (CUCS) es una de las problemáticas que requiere una atención prioritaria, ya que pone en riesgo las áreas forestales que aún existen a lo largo del territorio estatal y con ello, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. El presente trabajo tomó como caso de estudio el municipio de La Trinitaria, Chiapas, para analizar si el CUCS responde al incremento de la producción agropecuaria en la región, además de identificar cuál es la principal actividad que abona a la problemática. Lo anterior se realizó mediante el análisis de los principales cambios que se observaron en el período 2004-2014 a partir de las Series de Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de estadística y Geografía (INEGI). Por otro lado, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r_p$ ) para identificar la relación con la producción agrícola y pecuaria.

Los resultados muestran que el CUCS no está directamente relacionado a la producción pecuaria en la región, pero responde a la producción agrícola la cual incrementó su superficie durante el período de estudio. Dentro de esta actividad, la producción de jitomate presentó una correlación positiva alta ( $r_p=0.84$ ), por lo que se infiere que el CUCS en la región está directamente relacionado a este cultivo.

**Palabras clave:** cambio de uso y cobertura de suelo, ganadería, agricultura, La Trinitaria

## Introducción

Algunas de las principales problemáticas socio-ambientales que aquejan a la humanidad hoy en día están relacionadas al CUCS, el cual, tiene consecuencias que suman al cambio climático global y se relacionan directamente con la seguridad en la producción de alimentos, la salud humana, la pérdida de biodiversidad, la migración, los refugios ambientales, así como con la calidad del agua y del suelo (Gallardo *et al.*, 2022; Nájera *et al.*, 2021; Ramón *et al.*, 2021; Von Thaden *et al.*, 2020). Además, Zavaleta-Palacios *et al.* (2020), argumentan que el cambio de uso de suelo es

uno de los problemas más complejos que se observa como parte del proceso de expansión urbana, lo cual trae como consecuencia la formación de islas de calor urbano.

En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2019, p. 198) menciona que la degradación de los suelos es ocasionada por diversas actividades humanas, las de mayor impacto están asociadas al CUCS provocadas por las prácticas agrícolas mecanizadas, al sobrepastoreo y al desarrollo urbano e industrial. Lo anterior coincide con lo expuesto por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2016, p. 48), quien argumenta que la ganadería es una de las actividades que favorece el CUCS debido a que un elevado número de población tiene como medio de vida la crianza de ganado, en donde, el sobrepastoreo abona a la alteración de ecosistemas en el país. Así, la forma en la que se ejecutan las actividades ganaderas, ha disminuido la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios de soporte y regulación ocasionados por la degradación de suelos y de la vegetación, así como por la deforestación.

En el año 2002, aproximadamente el 77.4% de la superficie nacional degradada estaba asociada con actividades agrícolas y pecuarias, mientras que el resto a urbanización, sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales (SEMARNAT, 2019, p. 198). Como se mencionó anteriormente, estos cambios en el uso de suelo y en la cobertura vegetal tienen implicaciones a partir de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que abonan al cambio climático global.

En Chiapas, el CUCS ha sido objeto de varios estudios. El Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH, 2011), expone que la deforestación y degradación forestal para la transformación de las tierras forestales a tierras agrícolas y pastizales para uso ganadero, son las principales problemáticas que suman a las emisiones de GEI en la región, mientras que las actividades agropecuarias, son la segunda fuente de emisión de importancia estatal a partir de las aportaciones de la ganadería (fermentación entérica) y la agricultura (fertilización). Por su parte, Golicher *et al.* (2008, como se cita en Covalada, 2014) a partir del uso de imágenes satelitales, señalan que en el período de 1990-2007 se perdió aproximadamente el 5.4% de la superficie forestal estatal, misma que, de acuerdo con Covalada (2014), se convierte en áreas destinadas a actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.

El Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (CEIEG) en el año 2018 calculó y presentó las superficies de los principales usos del suelo y sus cambios estadísticos para los municipios de Chiapas a partir de las series III y VI de las cartas de Uso del Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con años de referencia 2002 y 2014, a partir de ello, CEIEG (2018) muestra que las áreas destinadas a la agricultura y ganadería han aumentado con el paso del tiempo, mientras que, los bosques y selvas (primarios- secundarios), han disminuido su extensión.

A partir del análisis de los cambios de uso de suelo que se experimentaron en la cuenca del río Grande "Lagunas de Montebello" (la cual abarca al municipio de La Trinitaria, Chiapas) durante el período 1975-2000, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2009, pp. 39-45) muestra que la agricultura de temporal incrementó su extensión en aproximadamente 50%



(14,396.263 ha); mientras que el área ocupada por el Bosque Mesófilo de Montaña sufrió una disminución, observándose en su lugar vegetación secundaria, matorrales y agricultura de temporal. Ante esta situación, argumentan que algunos de los procesos de deforestación que se han observado se deben no sólo a la alteración de la vegetación natural originada por el cambio de los usos de suelo para propósitos agropecuarios, sino también por la extracción excesiva de madera para uso industrial, construcción y leña. Lo anterior evidencia que las actividades agrícolas fue una de las prácticas que promovieron el CUCS y la pérdida de la cobertura vegetal en la entidad.

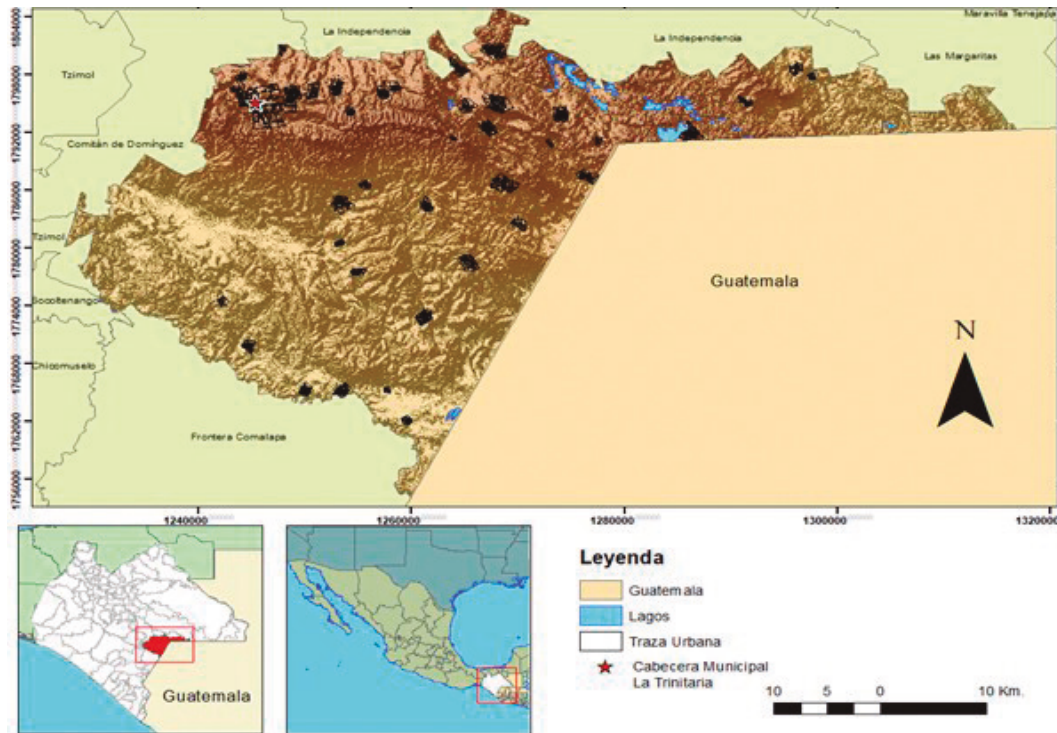
Al considerar que el CUCS es uno de los principales problemas socioambientales que aquejan al municipio de La Trinitaria, Chiapas, el presente trabajo tiene como objetivos: 1) analizar si los cambios de uso de suelo obedecen al incremento de la producción agrícola y pecuaria en el municipio y, 2) identificar cuál es la principal actividad que detona la problemática en la región.

## **Metodología**

### ***Zona de estudio***

El área de estudio se localiza a una altitud de 1,558 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la Región Socioeconómica XV Meseta Comiteca Tojolabal del estado de Chiapas y cuenta con una superficie de 1,602.19 km<sup>2</sup>. Limita al norte con los municipios La Independencia y Las Margaritas; al sur con Frontera Comalapa; al oeste con Socoltenango, Tzimol y Comitán de Domínguez; al este con La República de Guatemala. Las coordenadas geográficas de la cabecera municipal son: 16°07'04" LN y 92°03'06" LO (ver figura 1).

El municipio de La Trinitaria presenta una diversidad de climas a lo largo de su territorio, sin embargo predominan el Cálido subhúmedo con lluvias de verano, menos húmedo; Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, humedad media; Semicálido húmedo con lluvias abundantes de verano; Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo. La temperatura mínima promedio oscila entre los 9 y 15°C, mientras que la temperatura máxima promedio entre 24 y 35°C principalmente. En los meses de mayo a octubre, la precipitación media oscila entre 700 y 3,000 mm (CEIEG, 2021a).



**Figura 1.** Identificación de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

### ***Cambio de uso y cobertura del suelo***

Para conocer los principales cambios en el uso del suelo y en la cobertura vegetal observados en los últimos años en la zona de estudio, se utilizaron las Series IV (2004), V (2011), y VI (2014) de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, disponibles a través de Geoweb Chiapas 3.0 (CEIEG, 2021b). Posterior a ello se construyeron dos matrices de transición, la primera para el período 2004-2011 y la segunda para el 2011-2014, con las cuales fue posible identificar los principales cambios que se han presentado en el uso del suelo, así como en la cobertura vegetal en la entidad. Esta herramienta presenta en el eje vertical las categorías de uso de suelo y vegetación presentes en el año inicial del período de interés, mientras que, en el horizontal, se muestran las categorías a las que se ha transformado en términos de porcentaje. La información fue procesada por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) Qgis, versión 3.16 Hannover.

### ***Producción agrícola y pecuaria***

La información de la producción agrícola y pecuaria del municipio se obtuvo mediante el uso del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2022) de donde se obtuvieron datos agrícolas y pecuarios del municipio con el fin de identificar la producción en el período del 2003 al 2018.

### Análisis estadístico

El análisis de CUCS y su relación con la producción agrícola y pecuaria se realizó bajo un esquema cualitativo mediante el uso de gráficos, figuras y tablas; de manera similar se realizó una evaluación cuantitativa mediante el coeficiente de correlación de Pearson ( $r_p$ ) (Walpole *et al.*, 2012). El coeficiente  $r_p$  fue calculado con la finalidad de identificar la relación existente entre la producción agrícola y pecuaria (por producto) y los CUCS más evidentes que se observaron en el municipio mediante el procesamiento de la información de las series IV, V y VI de INEGI, para ello fue necesario estimar las superficies anuales de suelos agrícolas y pastizales del período 2004-2018 mediante un análisis de regresión.

### Resultados

En la tabla 1 y figura 2 se muestran los principales usos de suelo y vegetación presentes en el municipio de La Trinitaria, Chiapas, en los años 2004, 2011 y 2014. Se puede observar que del 2004 al 2011 la agricultura de riego experimentó un ligero incremento en su superficie (1.3%); sin embargo, del 2011 al 2014, este aumento fue 33.6 km<sup>2</sup>, equivalente al 34.6%. Caso similar se observa en la agricultura de temporal, la cual, incrementó su extensión en ambos períodos en 51.41km<sup>2</sup> (13.2%) y 40.97km<sup>2</sup> (9.3%) respectivamente.

El área urbana también incrementó su extensión. Para el período 2004-2011 su superficie pasó de 25.57km<sup>2</sup> a 25.88km<sup>2</sup>, es decir, experimentó un crecimiento del 1.21% en siete años, lo cual resulta de interés debido a que para el año 2014, la superficie urbana tenía una extensión de 32.67 km<sup>2</sup>, lo que se traduce en un incremento de 26.23% en tan solo tres años.

Es de resaltar que del 2004 al 2011 el bosque de pino (secundario) incrementa su extensión en 5.72km<sup>2</sup> (30.3%); del 2011 al 2014 también se observa un aumento en su superficie, sin embargo, este es de menor proporción (3.1%). Por otro lado, del 2004 al 2011 se presenta una disminución de -11.2% en la superficie ocupada por el bosque de encino-pino (secundario), sin embargo, esta tiene un incremento de 11.91 km<sup>2</sup> en el período del 2011 al 2014, equivalente al 66.3% de su superficie.

Otro caso similar es el de la selva baja caducifolia (secundaria), la cual, experimenta una disminución de 9.57 km<sup>2</sup> (-3.7%) durante el primer período, mientras que del 2011 al 2014 presenta un incremento de 5.65 km<sup>2</sup> (2.2%). Por el contrario, el pastizal inducido aumentó su superficie en 2.97km<sup>2</sup> (1.7%) del 2004 al 2011, sin embargo, del 2011 al 2014, este disminuyó su extensión en 22.88km<sup>2</sup> (-13.1%).

USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN	Claves*	EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )		
		2004	2011	2014
Agricultura de riego	AR	95.97	97.22	130.82
Agricultura de temporal	AT	388.83	440.24	481.21
Bosque de encino	BE	10.39	10.39	10.39

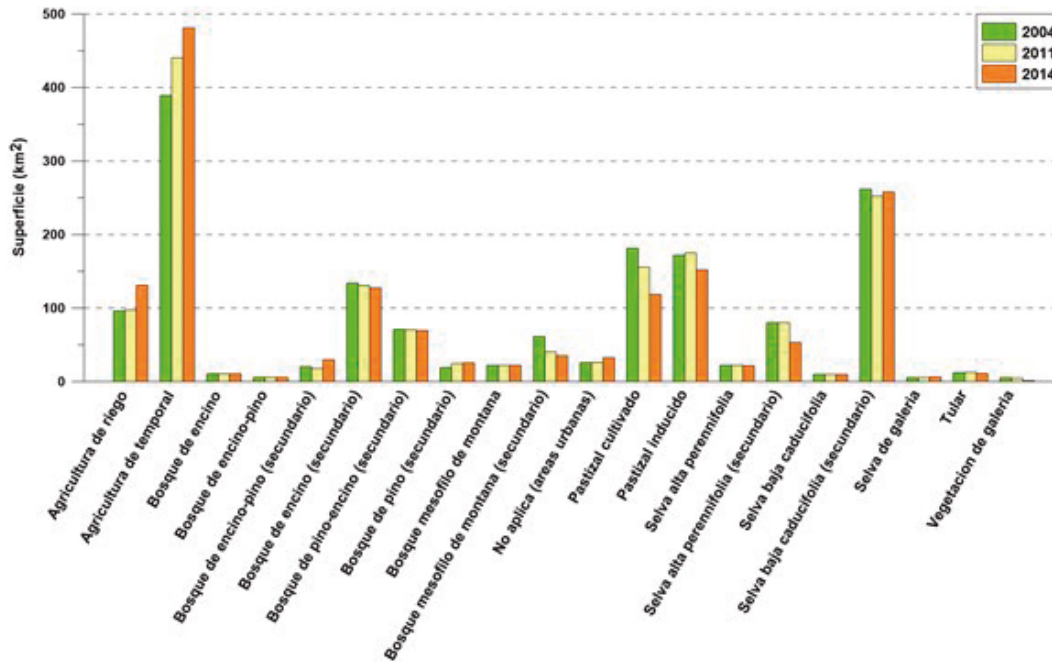
USO DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN	Claves*	EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )		
		2004	2011	2014
Bosque de encino-pino	BEP	5.57	5.57	5.57
Bosque de encino-pino (secundario)	BEPS	20.10	17.84	29.75
Bosque de encino (secundario)	BES	133.95	130.58	127.48
Bosque de pino-encino (secundario)	BPES	70.80	70.37	69.56
Bosque de pino (secundario)	BPS	18.87	24.59	25.34
Bosque mesófilo de montaña	BMM	22.15	22.15	22.15
Bosque mesófilo de montaña (secundario)	BMMS	61.12	40.36	35.25
No aplica (áreas urbanas)	NA	25.57	25.88	32.67
Pastizal cultivado	PC	181.16	155.56	118.60
Pastizal inducido	PI	171.86	174.83	151.95
Selva alta perennifolia	SAP	22.25	22.25	21.44
Selva alta perennifolia (secundario)	SAPS	80.16	80.16	53.28
Selva baja caducifolia	SBC	9.73	9.73	9.73
Selva baja caducifolia (secundario)	SBCS	261.67	249.97	232.04
Selva de galería	SG	5.33	5.33	6.22
Tular	Tu	12.23	12.51	10.94
Vegetación de galería	VG	5.19	4.52	1.16

**Tabla 1.** Usos de suelo y tipos de vegetación en el municipio de La Trinitaria, Chiapas, en los años 2004, 2011 y 2014. Fuente: Elaboración propia con datos de las Series IV, V y VI de INEGI.\*Las claves son utilizadas en las Tablas 2 y 3 referentes a las matrices de transición.

Por otro lado, el pastizal cultivado muestra una disminución de 25.6km<sup>2</sup> (-14.1%) del 2004 al 2011, así como de 36.96km<sup>2</sup> del 2011 al 2014 (-23.8%). Caso similar en el bosque mesófilo de montaña (secundario), el cual presenta una disminución de 20.76km<sup>2</sup> (-34%) en el primer período, así como de 5.11km<sup>2</sup> (-12.7%) en el segundo. Esta misma tendencia, pero en diferente proporción, se presentó en el bosque de encino (secundario) y el bosque de pino-encino (secundario).

Por su parte, la selva alta perennifolia y la vegetación secundaria de selva alta perennifolia no mostraron cambio alguno del 2004 al 2011, sin embargo, del 2011 al 2014 ambos disminuyeron su superficie, esto es más evidente para la vegetación la cual presentó una pérdida de 26.88 km<sup>2</sup>, equivalente a -33.5% de su extensión inicial.

Además, se registraron tipos de vegetación que no aumentaron ni disminuyeron su extensión territorial en el lapso de 10 años, tales como los bosques de encino, encino-pino, bosque mesófilo de montaña y selva baja caducifolia.



**Figura 2.** Cambio de Uso de Suelo y Vegetación en el municipio de La Trinitaria, Chiapas. Fuente: Elaboración propia con datos de la Serie IV, V y VI de INEGI.

Con base en lo anterior, las tablas 2 y 3 muestran las matrices de transición para los períodos 2004-2011 y 2011-2014 respectivamente. A partir de la tabla 2, se observa que las superficies perdidas en las categorías bosque de encino-pino secundario, tular y de vegetación de galería del 2004 al 2011, fueron convertidas a suelos agrícolas. En el caso de las pérdidas observadas en las categorías pastizal cultivado, pastizal inducido y selva baja caducifolia secundaria, gran parte de estas transformaciones también dieron paso a suelos agrícolas. Por otro lado, a partir de las pérdidas en suelos agrícolas, así como de bosque de encino secundario y bosque de pino-encino secundario, se observaron las transiciones más fuertes hacia pastizales.

Con respecto al período 2011-2014 (ver tabla 3), las superficies perdidas en las categorías bosque de encino-pino secundario y bosque mesófilo de montaña secundario, dieron lugar a suelos agrícolas. Además, gran parte de las pérdidas observadas en pastizal inducido, selva alta perennifolia secundaria, así como en vegetación tular, también presentaron una transición a suelos destinados a la agricultura. Por su parte, aquellas superficies que se perdieron en selva alta perennifolia y selva de galería, fueron transformadas a pastizales; caso similar a las pérdidas observadas en bosque de pino-encino secundario, las cuales cambiaron a pastizales casi en su totalidad. En menor magnitud, pero sin dejar de ser importantes, las categorías bosque de encino secundario, pastizal cultivado, selva baja caducifolia secundaria y vegetación de galería, presentaron una transición a suelos agrícolas; mientras que, suelos destinados agricultura, bosque de encino secundario, selva alta perennifolia secundaria, selva baja caducifolia secundaria y tular, fueron transformados a pastizales. De lo anterior, se infiere que los principales cambios en el uso de suelo y vegetación son hacia suelos destinados a la agricultura y a pastizales.

	AR	AT	BE	BEP	BES	BEPS	BPS	BMM	BMMS	NA	PC	PI	SAP	SAPS	SBC	SBCS	SG	Tu	VC
AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT	16.72	-	-	-	-	-	-	-	-	5.88	53.87	11.77	-	-	-	2.94	-	8.82	-
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BES	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97.66	-	-	-	-	-	-	-
BEPS	-	2.34	-	-	-	-	-	-	-	22.99	-	60.90	-	-	-	-	-	-	-
BPS	-	16.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BMM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BMMS	-	61.85	-	-	-	-	20.91	-	-	-	17.24	-	-	-	-	-	-	-	-
NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PC	-	93.25	-	-	-	-	4.52	-	-	-	-	-	-	-	2.23	-	-	-	-
PI	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-
SAP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAPS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBCS	1.11	73.15	-	-	-	24.89	-	-	-	-	0.17	0.68	-	-	-	-	-	-	-
SG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tu	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VG	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

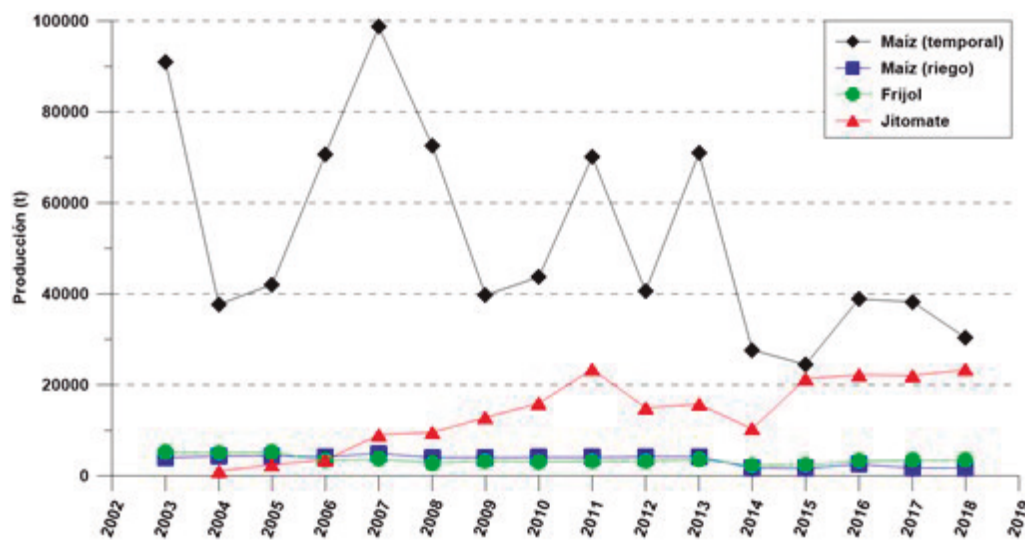
**Tabla 2.** Matriz de transición (%) de uso de suelo y vegetación para el período 2004-2011. En color rojo se señalan los cambios más representativos. Fuente: Elaboración propia con datos de las Series IV, V y VI de INEGI.

	AR	AT	BE	BEP	BEPS	BES	BPES	BPS	BMM	BMMS	NA	PC	PI	SAP	SAPS	SBC	SBCS	SC	Tu	VG
AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	43.57	-	-	-	-	11.07	37.86	-	-
AT	55.77	-	-	-	5.32	-	-	1.48	-	-	6.65	9.85	4.94	-	-	-	14.93	1.06	-	-
BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEPS	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BES	-	30.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.83	22.22	-	-	-	18.92	-	-	-
BPES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95.90	-	-	-	4.10	-	-	-
BPS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BMM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BMMS	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PC	14.85	35.90	-	-	-	-	-	-	-	-	2.17	-	30.46	-	-	-	16.63	-	-	-
PI	-	60.46	-	-	18.64	3.37	5.59	-	-	-	3.14	-	-	-	-	-	8.79	-	-	-
SAP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-
SAPS	-	85.23	-	-	-	-	-	-	-	-	1.43	13.35	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBCS	5.35	48.62	-	-	-	9.82	-	-	-	-	-	3.97	32.23	-	-	-	-	-	-	-
SC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Tu	-	77.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.93	-	-	-	-	-	-	-	-
VG	-	49.40	-	-	-	-	-	-	-	-	0.90	-	-	-	-	-	49.70	-	-	-

**Tabla 3.** Matriz de transición (%) de uso de suelo y vegetación para el período 2011-2014. En color rojo se señalan los cambios más representativos. Fuente: Elaboración propia con datos de las Series IV, V y VI de INEGI.



Respecto a la producción agrícola, de acuerdo con SAGARPA (2022) los principales cultivos en el municipio de La Trinitaria son maíz (temporal y riego), frijol y jitomate; en la figura 4 se observa su producción anual en el período 2003 al 2018.

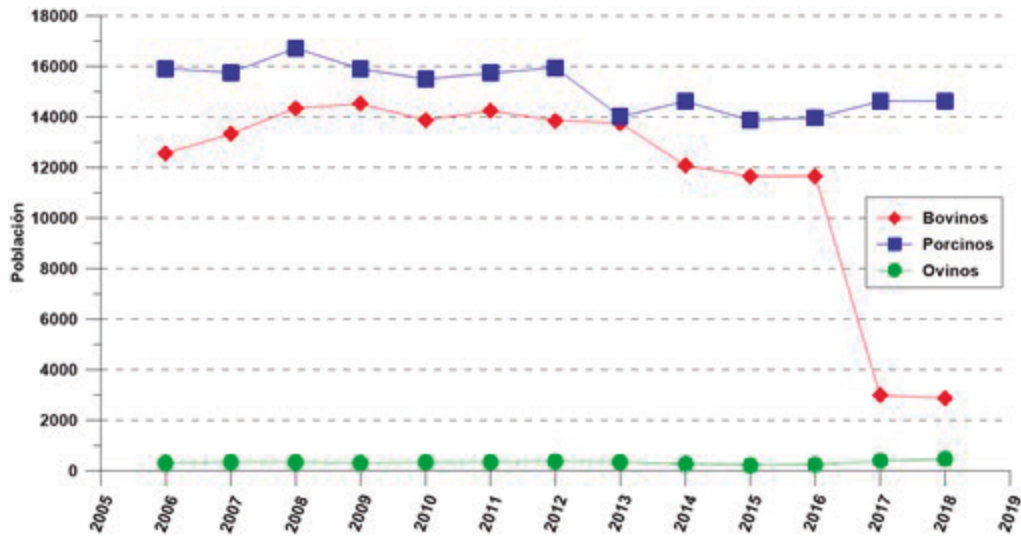


**Figura 4.** Producción agrícola del municipio de La Trinitaria de los años 2003 al 2018. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

A partir de los datos de producción anual (ver figura 4), se observa que el maíz (temporal) presenta una tendencia a la baja, la máxima producción se da en el año 2007, mientras que la más baja durante el período del 2014 al 2018. Es de resaltar que se produjeron más de 90,000 t de maíz (temporal) en el año 2003, sin embargo, este tuvo una disminución de poco más de 60,000 t para el año 2018, lo que equivale a una reducción del 66.6%. Este mismo comportamiento se observa para el maíz (riego) y el frijol, con una caída en su producción del 55% y 34% respectivamente.

El caso de la producción de jitomate es un tema más actual, ya que en La Trinitaria se observa un aumento de la población de agricultores que se dedican al cultivo de este producto, lo cual se debe a su rentabilidad debido a que el agricultor vende a un precio considerable y, sobre todo, ahorra tiempo y dinero al no trasladar su cosecha a los mercados de otros municipios. En este sentido, la mercancía se vende en el mismo lugar donde fue cosechado. Lo anterior ha dado como resultado que la cosecha del jitomate haya aumentado en gran medida, ya que en el año 2004 se produjeron solamente 1,050 t de este producto, mientras que para el 2018 se cosecharon más de 23,000 t.

En la figura 5 se muestra la población de ganado bovino, porcino y ovino del municipio de la Trinitaria en los años del 2006 al 2018. Se observa que el ganado bovino disminuyó considerablemente al pasar de 12,569 cabezas en el año 2006 a 2,872 cabezas en el año 2018, una reducción de aproximadamente 77%. La población de porcinos presenta una tendencia a la baja, la máxima producción se observa en el año 2008, mientras que la más baja se manifiesta en el 2015. Por su parte, el ganado ovino ha presentado un aumento, sin embargo, su población no es tan representativa como las otras especies, tan solo en el año 2006 se registraron 314 cabezas, mientras que para el 2018 se dio registro a 466.



**Figura 5.** Población ganadera en el municipio de La Trinitaria, Chiapas, en los años 2006 al 2018. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

La información que se presenta en las figuras 4 y 5 referente a la disminución de la producción de algunos productos del campo y la población ganadera, podrían indicar un cambio de actividad económica en la entidad, en la que los productores, con base a los costos y tiempos de producción, así como la comercialización del producto, deciden cambiar de sistema productivo.

Con base en la información de las tablas 2 y 3, se observa que los cambios de mayor importancia son hacia la agricultura; a partir de la información de la tabla 1 se obtuvo la recta de regresión y de este modo, se generó una aproximación de las áreas anuales dedicadas a la agricultura de temporal que se presentaron del 2004 al 2018. Este mismo procedimiento se realizó para las superficies de agricultura de riego, pastizal cultivado e inducido. Una vez obtenidas las extensiones anualizadas (ver tabla 4), se procedió a identificar su relación con la producción agrícola y pecuaria del municipio, lo anterior mediante el cálculo de  $r_p$ , los resultados se muestran en la tabla 5.

AÑO	EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )			
	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Pastizal cultivado	Pastizal inducido
2004	388.83	95.97	181.16	171.86
2005	395.23	94.47	178.82	173.51
2006	404.13	97.37	173.03	171.95
2007	413.03	100.27	167.23	170.39
2008	421.93	103.17	161.44	168.82
2009	430.83	106.07	155.64	167.26
2010	439.73	108.97	149.85	165.70
2011	440.24	97.22	155.56	174.83

AÑO	EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )			
	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Pastizal cultivado	Pastizal inducido
2012	457.53	114.78	138.26	162.57
2013	466.43	117.68	132.46	161.01
2014	481.21	130.82	118.60	151.95
2015	484.23	123.47	120.87	157.88
2016	493.13	126.37	115.08	156.32
2017	502.03	129.27	109.28	154.75
2018	510.93	132.17	103.49	153.19

**Tabla 4.** Superficies anualizadas de los usos de suelo destinados a agricultura y ganadería. Fuente: Elaboración propia. Nota: Las superficies resaltadas son aquellas obtenidas de las series IV, V y VI de INEGI.

De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 5, el incremento en las extensiones de suelo para agricultura (riego y temporal) presentan correlaciones de moderadas y altas con la producción de ganado bovino y porcino, sin embargo, estas son negativas, lo que indicaría que las superficies no son aprovechadas para la obtención de alimentos para la ganadería. En el caso del pastizal cultivado e inducido, estos presentaron correlación positiva alta y moderada respectivamente con la producción de bovinos, lo que señalaría que, al existir una disminución de tierras para la explotación de alimentos para ganado, la población de estos también se vería reducida. Para el caso de ovinos, no se encontró correlación alguna con las superficies para agricultura y pastizales.

	Producción agrícola				Producción pecuaria		
	Maíz (temporal)	Maíz (riego)	Frijol	Jitomate	Bovino	Porcino	Ovino
Agricultura de temporal	-0.48	-0.85	-0.58	0.84	-0.71	-0.80	0.08
Agricultura de riego	-0.56	-0.88	-0.55	0.66	-0.67	-0.78	0.01
Pastizal cultivado	***	***	***	***	0.71	***	-0.06
Pastizal inducido	***	***	***	***	0.64	***	0.01

**Tabla 5.** Resumen de coeficientes de Correlación. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se observa una correlación negativa moderada entre suelos destinados a la agricultura (temporal y riego) y la producción de maíz (temporal) y frijol; mientras que, para el caso de la cosecha de maíz (riego), se presenta una correlación negativa alta ( $r_p = -0.85$  y  $r_p = -0.88$ ). En este sentido, los resultados de la Tabla 5 indican que las superficies destinadas para la agricultura, no serían utilizadas para la obtención de estos productos. En cambio, para el caso del jitomate, la correlación es alta ( $r_p = 0.84$ ) y moderada ( $r_p = 0.66$ ) con agricultura de temporal y de riego respectivamente. Los resultados indican que las actividades agrícolas son las detonantes de los principales CUCS en el municipio de La Trinitaria, Chiapas, lo cual podría ser atribuido al

cultivo del jitomate ya que año con año incrementa su producción, lo que representa la necesidad de grandes extensiones de terreno para su cultivo.

Los resultados concuerdan con aquellos obtenidos por Gallardo *et al.* (2023) en un municipio en Nayarit, México, y con Escandón *et al.* (2018) en el estado de Morelos, México, quienes argumentan que las principales transiciones de la cobertura vegetal que se experimentan en esas regiones se dan hacia pastizales y suelos agrícolas.

Escobar y Castillo (2021) muestran que la región del Soconusco, Chiapas, experimenta un cambio en los suelos agrícolas hacia plantaciones, lo cual, se refleja en la disminución de la producción de ciertos cultivos como el maíz; lo anterior es un caso similar a lo sucedido en La Trinitaria (ver figura 4), a diferencia que, en esta última, se identifica un cambio hacia el cultivo del jitomate.

## Conclusiones

El CUCS es una de las problemáticas que enfrenta el municipio de La Trinitaria en la actualidad, esto ha sido desencadenado por los procesos de urbanización; pero, como lo demuestran los resultados obtenidos en el presente estudio, también por las actividades económicas del sector primario que se desarrollan en la entidad, como la agricultura y la ganadería.

Los resultados indican que el CUCS que experimenta el municipio de La Trinitaria no presenta una relación directa con la producción pecuaria en la región, por el contrario, estos cambios están asociados a la actividad agrícola, ya que las principales transformaciones observadas durante el período de estudio señalan un incremento en la superficie destinada a la agricultura. Dentro de esta actividad, el CUCS estaría directamente relacionado a la producción de jitomate, lo cual indicaría que las áreas de agricultura estarían destinadas a este producto. Debido a la relevancia del problema que representa el CUCS y la actividad económica como tal, es de gran importancia realizar estudios más detallados al respecto, por ejemplo: análisis de CUCS por métodos satelitales.

## Referencias

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2016). Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBioMEX) y Plan de acción para 2016-2030. CONABIO. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/enbiomex/>
- Comité Estatal de Información Estadística y Geografía (2018). El cambio del uso del suelo en Chiapas. CEIEG. Disponible en: [https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/SPAF/El\\_Cambio\\_del\\_Uso\\_del\\_Suelo\\_en\\_Chiapas.pdf](https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/SPAF/El_Cambio_del_Uso_del_Suelo_en_Chiapas.pdf)
- Comité Estatal de Información Estadística y Geografía (2021a). Perfiles Municipales. La Trinitaria. CEIEG. Disponible en: <https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>
- Comité Estatal de Información Estadística y Geografía (2021b). Geoweb Chiapas 3.0. CEIEG. Disponible en: <https://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/>
- Comisión Nacional del Agua (2009). Plan de gestión de la Cuenca del Río Grande "Lagunas de Montebello". CONAGUA. Disponible en: <https://sursureste.org.mx/planeacion-cuencas/plan-de-gestion-de-la-cuenca-del-rio-grande-lagunas-de-montebello-chiapas/>

- Covaleda, S., Aguilar, S., Ranero, A., Marín, I., Paz, F. (2014). Diagnóstico sobre determinantes de deforestación en Chiapas. Alianza México para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación. Disponible en: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00MW1P.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MW1P.pdf)
- Escandón Calderón, J., Ordóñez Díaz, J.A.B., Nieto de Pascual Pola, M.C., Ordóñez Díaz, M. (2018). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(46), 27-53. DOI:10.29298/rmcf.v9i46.135
- Escobar Flores, Rosa Elena, y Miguel Ángel Castillo Santiago. 2021. Cambios en la cobertura y uso del suelo en la región del Soconusco, Chiapas. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 12(66). DOI:10.29298/rmcf.v12i66.755
- Gallardo Arce, B. G., Morales Hernández, J. C., Frausto Martínez, O., Bravo Olivas, M. L., Carrillo González, F. M. (2022). Cambio de cobertura vegetal y uso de suelo generado por actividades agrícolas en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, México. *Acta Universitaria*, 32, e3618. DOI:10.15174.au.2022.3618
- Nájera González, A., Carrillo González, F.M., Morales Hernández, J.C., Nájera González, O. (2021). Cambio de cobertura y uso de suelo en la llanura costera asociados a procesos antropogénicos: caso San Blas, Nayarit. *Madera y bosques*, 27(1), e2712104. DOI:10.21829/myb.2021.2712104
- Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (2011). Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316394/PACC\\_Chiapas-compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316394/PACC_Chiapas-compressed.pdf)
- Ramón González, José Augusto; Aguilar, Adrián Guillermo. 2021. "Expansión urbana irregular, cambio de uso del suelo y deterioro ambiental en la periferia norte de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala: el caso del Parque Nacional La Malinche". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30 (2): 441-458. DOI:10.15446/rcdg.v30n2.89849
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. SAGARPA. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2019). Informe de la situación del medio ambiente en México 2018. SEMARNAT. Disponible en: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html>
- Von Thaden, J.J., Laborde J., Guevara, S., Mokondoko-Delgadillo, P. (2020). Dinámica de los cambios en el uso del suelo y cobertura vegetal en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (2006-2016). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91, e913190. DOI: 10.22201/ib.20078706e.2020.91.3190
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., Ye, K. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Pearson.
- Zavaleta-Palacios, M., Díaz-Nigenda, E., Vázquez-Morales, W., Morales-Iglesias, H., Lima, G.N. (2020). Urbanización y su relación con la isla de calor en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(2), e2485. DOI: 10.19136/era.a7n2.2485

# Antropización de la cobertura vegetal de los paisajes físico-geográficos de la cuenca río La Virgen, Ocosingo, Chiapas.

Elí Obed Gutiérrez-Solís,  
Horacio Morales-Iglesias,  
Luis Giovanni Ramírez-Sánchez

## Resumen

**E**l objetivo de la presente investigación fue conocer los grados de transformación antropogénica que presentan los paisajes físico-geográficos de la cuenca Río La Virgen en el municipio de Ocosingo, Chiapas, esto con la finalidad incrementar el conocimiento geográfico y fortalecer los procesos de planificación territorial en el estado. Para lograr esta meta, se aplicó el índice de antropización de la cobertura vegetal al mapa de unidades de paisaje de la zona de estudio a escala 1:50 000.

Los resultados muestran que la categoría media ocupa 44.90% de la superficie de la cuenca, esta se establece en paisajes de montañas y lomeríos de origen tectónico-acumulativos y tectónico-kársticos, en climas templado húmedo y semicálido húmedo; los niveles bajo y muy bajo abarcan 32.40% del área de estudio y se localizan en paisajes cuyo origen y estructura biofísica es igual a los anteriores; los niveles alto y muy alto representan 22.90% de la extensión territorial y se ubican principalmente en paisajes de piedemonte fluvio-torrencial y planicie fluvio-acumulativa, en clima cálido húmedo.

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la mayoría de los paisajes que integran la cuenca presentan un moderado impacto social que, de no realizarse las medidas adecuadas para el manejo de su territorio, estos tendrán un mayor deterioro ambiental y, en consecuencia, la posibilidad de presentar mayores niveles de susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

**Palabras clave:** Paisaje físico-geográfico, Antropización, Cobertura vegetal, Cuenca, Ocosingo.

## Introducción

La reducción de las condiciones naturales de los paisajes en el sureste de México ha contribuido a la degradación ambiental del territorio (CONABIO, 2013; Priego y Bocco, 2016); los efectos de estas acciones se pueden apreciar en la pérdida de bio y geodiversidad, la disminución de servicios ambientales y pueden ser un factor detonante para establecer escenarios de riesgos geólogo-geomorfológicos e hidrometeorológicos, los cuales disminuyen la calidad de vida de los habitantes y comprometen el bienestar de las futuras generaciones (Bocco *et al.*, 2010; Flores-Domínguez *et al.*, 2017). En el caso de Chiapas, el detrimento de la superficie de bosques y selvas ha ocasiona-

do una disminución del patrimonio natural y en algunos casos la presencia de escenarios de riesgo (Morales-Iglesias *et al.*, 2019; 2022).

Para revertir la situación anterior y lograr un desarrollo sostenible, la sociedad debe establecer estrategias ambientales que le permitan generar una relación más cordial con la naturaleza; para ello, los procesos planificación territorial son una alternativa para cumplir dicho objetivo, debido a que proponen un uso racional de este a través de planteamientos holísticos, integrales y sistémicos (Sánchez *et al.*, 2013).

Para reconocer el grado de modificación que presenta el territorio, la cobertura vegetal es el componente de los PFG más significativo, debido a que indica de manera sintética el nivel de salud o grados de modificación antropogénica (Priego-Santander *et al.*, 2004); por tanto, los niveles de antropización y naturalidad de los paisajes reflejan la influencia e impacto humano, así como las formas y características de las interacciones entre sistemas naturales y sociales (Mateo y Ortiz, 2001; Mateo, 2002).

Bajo la premisa anterior y a través del índice de antropización de la cobertura vegetal propuesto por Shishenko (1988), la presente investigación logró conocer los niveles de transformación antropogénica de los PFG que integran la cuenca Río La Virgen, la cual se ubica en el municipio de Ocosingo, en el estado de Chiapas, México. La importancia de este estudio consiste en definir aquellos paisajes que sufren un cambio en sus propiedades y funciones, al mismo tiempo, contribuir en la gestión adecuada de las actividades humanas, que permitan una mejor relación sociedad-naturaleza.

### ***Evaluación del territorio a través de la Geoecología del Paisaje***

La presente investigación aborda el tema de antropización desde un enfoque geoecológico (Cruz-Peralta y Ramírez-Sánchez, 2023); en donde, la modificación social del territorio genera una disminución y pérdida de componentes, atributos y funciones de los PFG (Mateo y Ortiz, 2001; Bollo-Manent, 2018).

De acuerdo con lo anterior, la geoecología del paisaje es una alternativa para conocer el grado de transformación antropogénica; esta perspectiva geográfica brinda un conocimiento objetivo de las interacciones que establece la sociedad con la naturaleza a través de los paisajes físico-geográficos (PFG), los cuales se definen bajos los principios estructuro-genético e histórico-evolutivos como espacios temporales abiertos y complejos, integrados por elementos naturales y antropogénicos condicionados socialmente, que modifican las propiedades de los paisajes naturales originales (Mateo, 2002).

Desde el anterior punto de vista, la cobertura vegetal es un componente del paisaje que cumple un papel preponderante en la dinámica ambiental, debido que es un regulador climático a nivel local y regional; también, normaliza procesos hidrológicos superficiales y edáficos, forma parte de la riqueza biológica de los ecosistemas y proporciona servicios ambientales a la sociedad; igualmente, es uno de los agentes principales en mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (Rosete-Vergés *et al.*, 2014); además, es uno de los principales indicadores del paisaje que permiten identificar las zonas que requieren de un proceso de restauración ecológica (Priego-Santander *et al.*, 2004).



## Materiales y métodos

### Área de estudio: Cuenca Río la Virgen

La cuenca Río La Virgen se ubica en el extremo noroeste del municipio de Ocosingo, Chiapas. Las coordenadas extremas son 17° 00' 06.88" y 16° 44' 59.9" latitud Norte, 91° 14' 48.36" y 92° 15' 50" longitud oeste. Esta unidad hidrográfica colinda al norte con el municipio de Chilón, al sur con Altamirano, al oeste con Oxchuc; la cuenca abarca un área de 306 km<sup>2</sup> y se distribuye en un rango altitudinal que va de 1,980 a 800 m.s.n.m. (ver figura 1). Por su ubicación geográfica, la zona de estudio es considerada estratégica debido que articula las actividades económicas y sociales de las regiones Norte y Oriente del estado a través del circuito turístico Ruta Maya (Garza-Tovar *et al.*, 2020).



**Figura 1.** Cuenca Río La Virgen, Municipio de Ocosingo, Chiapas. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

### Método

Para determinar los grados de antropización que presenta la cobertura vegetal de los PFG de la cuenca Río la Virgen, se aplicó el índice propuesto por Shishenko (1988), el cual ha sido adaptado a las condiciones latinoamericanas por Priego-Santander *et al.* (2004), Aguirre *et al.* (2017), Ríos-Figueroa (2018), Ramírez-Sánchez *et al.* (2022) y particularmente en Chiapas por Morales-Iglesias *et al.* (2019) bajo la siguiente ecuación:



$$IACV = \frac{\sum_{i=1}^n r_i * A_{ij}}{A_j}$$

Donde:

IACV: Índice de Antropización de la Cobertura Vegetal.

ri: Ponderación del grado de transformación antropogénica de los paisajes del tipo i de utilización.

Aij: Área dedicada al tipo de utilización i en el geocomplejo j.

Aj: Área total del paisaje j.

Para lograr el objetivo, la presente investigación utilizó los mapas de PFG y cobertura vegetal y uso de suelo a escala 1:50 000 realizados por Gutiérrez-Solís (2022); además, consideró la metodología propuesta por Morales-Iglesias *et al.*, (2020), así como la ponderación para cada tipo de cobertura vegetal y uso de suelo según los grados de transformación y naturalidad (ver tabla 1); en este sentido, los valores altos de la escala corresponden a coberturas vegetales con mayor modificación, mientras que los bajos representan un mayor nivel de naturalidad.

Cobertura vegetal y usos de suelo			Ponderación del grado de modificación antropogénica (ri)
Usos de suelo	Asentamientos Humanos	Zona Urbana	0.9
		Zona Suburbana	0.9
	Actividades Humanas	Actividad minera	0.9
		Actividad agropecuaria	0.7
Vegetación secundaria arbustiva-herbácea	Bosque	Encino-Pino	0.4
		Pino	0.4
		Pino-Encino	0.4
		Mesófilo de montaña	0.4
Vegetación secundaria arbórea	Bosque	Encino-Pino	0.2
		Pino	0.2
		Pino-Encino	0.2
		Vegetación de Galería	0.2
		Mesófilo de montaña	0.2

**Tabla 1.** Ponderación de la cobertura vegetal y usos de suelo en función de su modificación antropogénica. Fuente: Tomado y modificado de Morales-Iglesias *et al.*, (2020).

A continuación, se describen los valores del IACV, los cuales fueron organizados en cinco categorías (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) a partir del método de clasificación de cortes naturales (natural breaks) de ArcGIS 10.8 (ver tabla 2). Este procedimiento agrupa los valores más similares entre sí y maximiza las diferencias entre las clases (ESRI, 2024).

CACV	Rango del IACV	Definición
Muy Bajo	$IACV \leq 0.20$	Paisajes que mantienen una cobertura vegetal en estado natural y/o seminatural en más del 90% de su extensión. Menos de 10% se utiliza en actividades agrícolas y pecuarias. No se encuentran asentamientos urbanos.
Bajo	$0.20 < IACV < 0.40$	Paisajes que sostienen una cobertura vegetal natural y/o seminatural en más del 55-60% de su área. Menos del 10% se aprovecha en actividades agrícolas, mientras que las actividades pecuarias hasta en 25%. No se encuentran componentes antrópicos como asentamientos urbanos.
Medio	$0.41 < IACV < 0.60$	Paisajes que sustentan una cobertura vegetal natural y/o seminatural en más del 15-20%. Existe dominancia de actividades agropecuarias hasta en 80% de la superficie. Presencia de 5% de asentamientos humanos.
Alto	$0.61 < IACV < 0.80$	Paisajes que cuentan con cobertura vegetal natural y/o seminatural en más del 2-3% del territorio. Más de 87% se emplea para las actividades agropecuarias. Se encuentran asentamientos urbanos hasta en 7% de la extensión del paisaje.
Muy Alto	$IACV \geq 81$	Paisajes que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y/o seminatural en menos del 0.5% de su superficie. Es dominado por actividades agropecuarias en 60% del territorio, mientras que asentamientos humanos hasta 38-40% de los paisajes.

**Tabla 2.** Definición de los grados de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes. CACV: Grado de Antropización de la Cobertura Vegetal. Fuente: Tomado y modificado de Ramírez-Sánchez *et al.*, (2022).

## Resultados y discusión

En relación al predominio territorial que ejercen los grados de antropización de la cobertura vegetal, la cuenca Río La Virgen se divide en tres zonas: la primera manifiesta el dominio de la categoría media en los extremos norte y noroeste; en la segunda, las clases alta y muy alta presentan una preponderancia en la parte centro-este; mientras que la tercera revela una influencia de los niveles bajo y muy bajo en los límites sur, suroeste y oeste (ver tabla 3 y figura 2). En este sentido, la categoría media ocupa 44.9% del área de la cuenca; le sigue la categoría baja con 31.6%; después, el nivel alto con 19.7%; luego, la clase muy alta con 3.2%; finalmente, se manifiesta la clase muy baja con 0.7% (ver tabla 3 y figura 3).

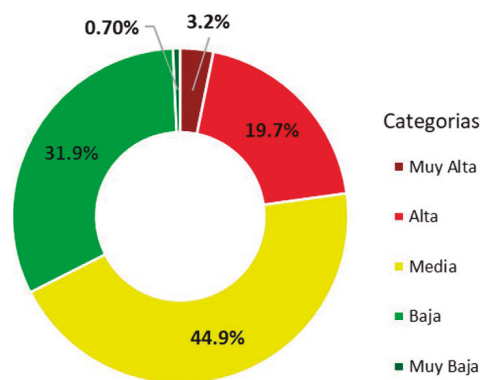
De acuerdo con lo anterior, la categoría muy alta se establece principalmente en paisajes de planicie y piedemonte, en donde, la pendiente es menor o igual a  $10^\circ$ , en climas semicálido húmedo y cálido húmedo, con suelos Luvisoles y Phaeozems; estas condiciones abióticas favorecen la presencia de uso de suelo agropecuario, urbano y suburbano; por tanto, esta clase define a los PFG de mayor actividad productiva o asimilación económica de la cuenca.

Categoría	% de ocupación	Km <sup>2</sup>	Localidades más representativas
Muy Alta	3.2	9.8	XIX, XXI, IX, XX.
Alta	19.7	60.3	XXI, XIX, IX, XVII, XX, XXII.
Media	44.9	137.7	III, VII, VIII, XVIII, V, VI, IV, I.
Baja	31.9	97.0	IV, VII, XV, XVIII, II.
Muy Baja	0.7	2.2	VII, XI, XX, XXI.

**Tabla 3.** Relación entre categorías del IACV, superficie y clave de paisajes. Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la categoría alta se sitúa en paisajes de planicie y piedemonte con ángulos de inclinación que van de muy ligeramente ( $<3^\circ$ ) hasta fuertemente inclinado ( $20^\circ-30^\circ$ ), en climas semicálido húmedo y cálido húmedo, con suelos Gleysoles, Luvisoles y Phaeozems; en estos PFG se establece un uso de suelo agropecuario y vegetación secundaria arbustiva-herbácea de bosque.

Respecto a la categoría media, esta se encuentra principalmente en paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y valles, en donde, el rango de pendiente va de muy ligeramente ( $<3^\circ$ ) hasta muy fuertemente inclinado ( $30^\circ-45^\circ$ ), en climas templado húmedo, semicálido húmedo y cálido húmedo, sobre suelos Luvisoles, Phaeozems y Leptosoles; en estas condiciones abióticas se establece un uso de suelo agropecuario, el cual forma un mosaico complejo con la vegetación secundaria arbustiva-herbácea y arbórea de bosque, vegetación de ribera y uso de suelo suburbano.



**Figura 2.** Superficie en porcentaje de cada categoría del IACV. Fuente: Elaboración propia.

La categoría baja se establece principalmente en paisajes de montaña, lomeríos y valles, en donde, el rango de pendiente va de muy ligeramente ( $<3^\circ$ ) hasta muy fuertemente inclinado ( $30^\circ-45^\circ$ ), en climas templado húmedo, semicálido húmedo y cálido húmedo, con suelos Leptosoles, Luvisoles y Phaeozems; sobre este componente edáfico se establece una vegetación secundaria arbórea y arbustiva-herbácea de bosque, estas comunidades vegetales mantienen una vecindad con un uso de suelo agropecuario.

Respecto a la categoría muy baja, esta se sitúa en paisajes montañosos, lomeríos y valles con pendientes que van de muy ligeramente ( $5^\circ-10^\circ$ ) hasta muy fuertemente inclinado ( $30^\circ-45^\circ$ ), en climas templado húmedo, semicálido húmedo y cálido húmedo, sobre Luvisoles y Phaeozems; sobre esta estructura abiótica existe un predominio de vegetación secundaria arbórea y arbustiva-herbácea de bosque; sin embargo, también se presenta, aunque en menor superficie, un uso de suelo agropecuario.

Respecto al modelo territorial que manifiestan los patrones espaciales de las categorías de antropización de la cobertura vegetal, destaca la distribución expansiva de los PFG que poseen un notable nivel de modificación antropogénica en su cobertura vegetal, la cual constriñe la presencia de aquellos que tienen un elevado nivel de naturalidad.

En cuanto al análisis comparado de los resultados de la presente investigación y los obtenidos por Morales-Iglesias *et al.* (2019) y Cruz-Peralta y Ramírez-Sánchez (2023), es posible mencionar que a pesar de la diferencia de escala y condiciones socioambientales, los niveles de antropización

de la cobertura vegetal mantienen una correspondencia espacial con el relieve; en este sentido, los paisajes montañosos y lomeríos (paisajes de alta energía) favorecen la presencia y conservación del territorio, mientras que los paisajes de piedemonte, valle y planicie (paisajes de baja energía) predomina una cobertura vegetal más transformada. Dicho de otra manera, la accesibilidad juega un papel importante en la modificación de la cobertura vegetal (Morales-Iglesias *et al.*, 2022).

Por otra parte, la categoría media representa el punto de quiebre entre los PFG de mayor y menor grado de antropización de la cobertura vegetal; por tanto, estos se encuentran en una fase de transición; en donde, el uso de suelo de suelo agropecuario ejerce una presión sobre la vegetación seminatural y modifica la estructura y las funciones de estos.

De acuerdo con lo anterior y desde el punto de vista ambiental, los PFG de categoría media que se ubican en el sector noroeste de la cuenca representan un conflicto, debido a que la actividad agropecuaria sostiene una relación incompatible con las laderas de elevada pendiente; en esta zona, la presencia de lluvias torrenciales puede desencadenar escenarios de riesgo por procesos de remoción en masa para 28 centros de población (ver figura 3).

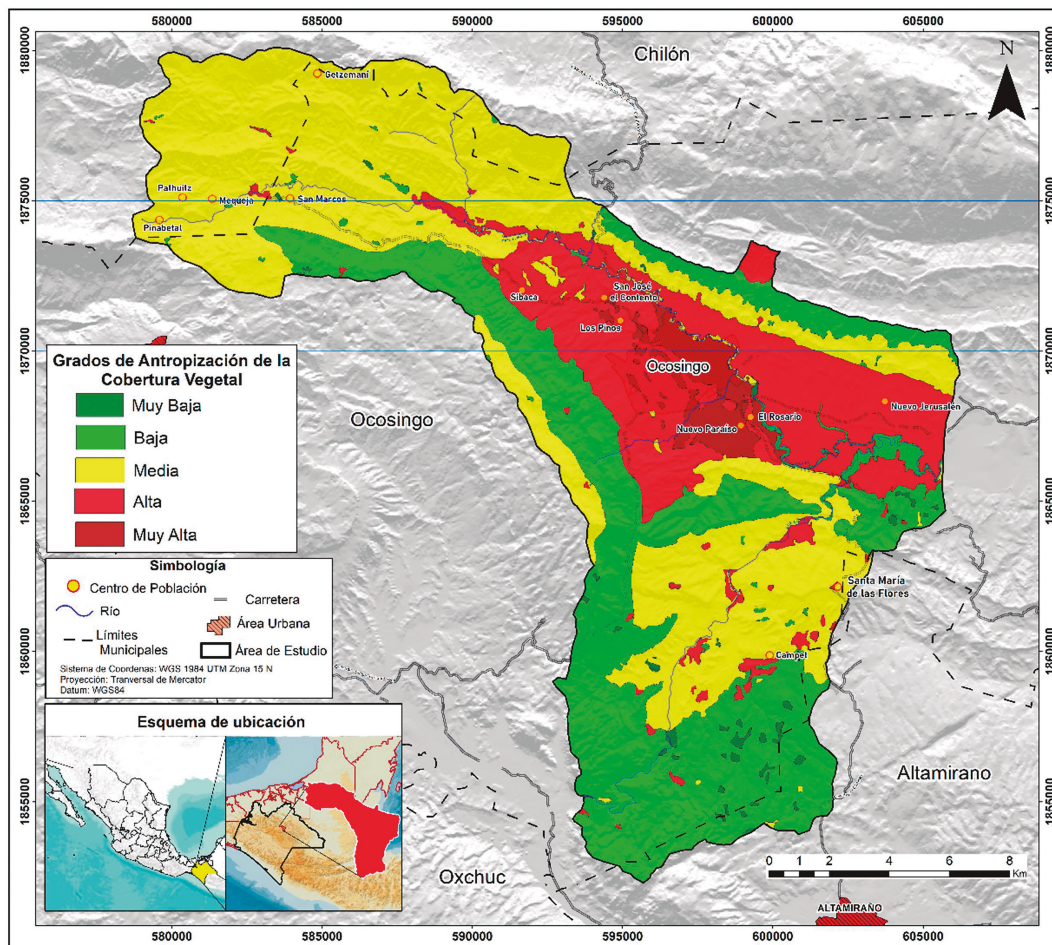


Figura 3. Mapa de antropización de la cobertura vegetal de la cuenca Río La Virgen. Fuente: Elaboración propia.

## Consideraciones finales

Los resultados de la presente investigación permiten establecer lo siguiente:

1. El enfoque geocológico del paisaje es una opción útil para zonificar de manera objetiva los procesos de transformación en el territorio; en este sentido, el IACV aplicado a los PFG permitió obtener una clara diferenciación espacial de los niveles de antropización que presenta la cuenca Río La Virgen.
2. Los resultados obtenidos pueden fortalecer a los instrumentos de planificación territorial a nivel local.
3. La mayoría de los PFG que integran la cuenca poseen considerables niveles de transformación antropogénica.
4. Los procesos de restauración ecológica se deben realizar en los PFG de categoría media que se localizan en el extremo noroeste y centro-sur de la cuenca.
5. Los paisajes con bajos grados de transformación en la cobertura vegetal son escasos; esta situación compromete en el futuro cercano la conservación de la biodiversidad y geodiversidad de la cuenca, así como dotación de servicios ecosistémicos.
6. El componente geomorfológico de un PFG es un factor importante en la conservación de la cobertura vegetal.

## Bibliografía

- Aguirre, M. A. López Ibarra, L. I., Bolaños Trochez, F. V., González Guevara, D. F. Y O. Buitrago-Bermúdez. (2017): Percepción del paisaje, agua y ecosistemas en la cuenca del río Dagua, Valle del Cauca, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 22(1), 109-126. doi: 10.19053/01233769.5402.
- Bocco, G. Mendoza, M., Priego-Santander, A. y Burgos, A. (2010). La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial: Una revisión de la bibliografía. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. México.
- Bollo, M. (2018). La Geografía del Paisaje y la Geoecología: Teoría y enfoques. En: Paisaje: métodos de análisis y reflexiones. Ed. Ediciones del Lirio - Editorial UAM. México. ISBN: 978-607-28-1169-0.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2024). Métodos de clasificación de datos. Obtenido de: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm>
- Flores-Domínguez, A., Ruíz-Careaga, J. A. y Priego-Santander, A.G. (2017): Evaluación de la degradación de suelos en el estado de Puebla, México. En: Balochi, F. y Chreties, Ch. Edit.

- Procesos de erosión. Sedimentación en cauces y cuencas. UNESCO. Programa Hidrológico Internacional. América Latina y el Caribe. Volumen 3. Documento técnico No. 38. París. p: 80-96.
- Garza Tovar, J.R., Sánchez Crispín, Á., & Figueroa Encino, A. (2020). Estructura territorial del turismo en la región Palenque-Cascadas de Agua Azul, Chiapas, México. *Dimensiones Turísticas*.
- Gutiérrez Solís, E. O. (2022). Evaluación de la antropización de la cobertura vegetal de los paisajes físico-geográficos de la cuenca Río la Virgen en el municipio de Ocosingo, Chiapas. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas]. Link: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4470?locale-attribute=en>
- Mateo, J. M. y Ortiz-Pérez, M. (2001). La Degradación de los paisajes como concepción teórico-metodológica. Palacio, J.L, Oropeza, O., Figueroa, J.M. (eds). Mario Arturo Ortiz Pérez. Contribuciones geográficas. (pp. 255-286).
- Mateo, J. (2002). Geografía de los paisajes. Primera parte. Paisajes Naturales. Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria. 188 pág.
- Morales-Iglesias, H., Priego-Santander, A., Bollo-Manent, M. y Ríos, J.M. (2019). La antropización de la cobertura vegetal en los paisajes del estado de Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y UNAM. *Papeles de Geografía*, 65, 139-154. España.
- Morales-Iglesias, H., Priego-Santander, A., Díaz-Nigenda, E. and Alatorre-Ibargüengoitia, M. (2022). Landscapes with the Greatest Natural Heritage in Chiapas, Mexico. *Geography and Natural Resources*, Vol. 43, No. 4, pp. 394-400.
- Ríos-Figueroa, L., (2018). Evaluación de la antropización de la cobertura vegetal de los paisajes de Cerro Grande, Reserva de la Biósfera Sierra De Manantlán, Jalisco-Colima, México [Tesis de Maestría]. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Universidad Autónoma de México.
- Peralta, M. A. C., & Sánchez, L. G. R. (2023). Antropización del Paisaje de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. *Punto Cunorte*, (16), 13-42.
- Priego-Santander, A., Cotler, H., Fregoso, A., Luna, N., Enríquez, C. (2004). La dinámica ambiental de la cuenca Lerma-Chapala. *Gaceta Ecológica*, núm. 71, marzo-junio, pp. 23-38.
- Priego-Santander, A.G. & G. Bocco-Verdinelli. (2016): Paisajes Naturales. En: Moncada-Moya, O. & A. López-López (Coordinadores): Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea, Tomo I. Universidad Nacional Autónoma de México, 375 p
- Ramírez-Sánchez, L.G., Priego-Santander, A.G., Bollo-Manent, M., (2022). Modificación Antropogénica de la cubierta vegetal de los paisajes naturales de Michoacán. Coordinación de Humanidades Dirección General de Divulgación de las Humanidades, Programa Editorial Unidad Académica de Estudios Regionales. Pp. 215-244.
- Rosete-Vergés, F. A., Pérez-Damián, J.L., Villalobos-Delgado, M., Navarro-Salas, E.N., Salinas-Chávez, E., Remond-Noa, R. (2014). El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y Bosques*, vol. 20, núm. 1, 2014, pp. 21-35.
- Sánchez Salazar, M. T., Casado Izquierdo, J. M., & Bocco Verdinelli, G. (2013). La política de ordenamiento en México: de la teoría a la práctica. Reflexiones sobre sus avances y retos a futuro.

ro. M. Salazar, G. Bocco & J. Casado. La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica, 19-45. SEMARNAT, 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015.

Shishenko, P.G. 1988. Estabilidad de los paisajes a las cargas económicas. Geografía Física Aplicada. Editorial de la Escuela Superior, Kiev, Ucrania. 195 pp.



# Isla de calor urbana: caso exposición térmica en la movilidad ciudadana en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Josué Cruz-Damián, Williams Vázquez-Morales,  
Emmanuel Díaz-Nigenda, Andrea Venegas-Sandoval

## Resumen

La urbanización es un proceso mediante el cual se modifica el espacio físico y socio-económico, que genera numerosos problemas ambientales, como el fenómeno de la Isla de Calor Urbana (ICU), que es la diferencia de temperatura entre el área urbana y sus alrededores, como consecuencia de la modificación en la cobertura del suelo hacia suelos con materiales re-tenedores de calor como asfalto y concreto, aunado a las actividades propias de una ciudad principalmente el transporte y la industria que aportan emisiones térmicas incrementando la ICU.

En Tuxtla Gutiérrez (TGZ), desde el 2015 se ha estudiado la ICU de la Ciudad, en la cual se ha determinado que la zona urbana presenta una diferencia térmica de 3 a 4 °C en relación a zonas con mayor vegetación (Pérez-Villatoro, 2015), así mismo se ha modelado la relación de la expansión urbana con el aumento en la intensidad de la ICU, determinando un aumento de hasta 2.6°C (Zavaleta-Palacios et al., 2020).

Lo anterior nos lleva a conocer la exposición térmica a la que se enfrenta la población en su movilidad urbana, la cual puede causar efectos negativos a la salud como es el estrés térmico, ante ello se realiza un monitoreo de temperatura ambiental en tres tipos de movilidad, que son transporte público, privado y caminata, cuyo objetivo es determinar el índice de confort térmico (ASV) y establecer recomendaciones sobre las medidas para reducir dicho impacto. Se realizó en dos etapas, en la primera se desarrolló un dispositivo electrónico de bajo costo que registra la temperatura y humedad; la segunda, es la campaña de monitoreo empleando el dispositivo sobre la vialidad principal en los tres tipos de movilidad y así determinar el ASV.

Como resultado se obtuvo un dispositivo modular (REMOTH) con la capacidad de almacenar datos de temperatura y humedad en intervalos de tiempo, así mismo, se acopló al dispositivo móvil para geolocalizar los puntos de muestreo. La campaña de monitoreo arrojó que el transporte público presenta un índice ASV de 0.67, la movilidad por caminata 0.53 y para la movilidad en vehículo particular fue de 1, siendo un valor aceptable de ASV entre -0.5 y 0.5. Se concluye que el ASV se sobrepasa en todas las movilidades, exponiendo a la población a estrés térmico, deshidratación, fatiga o golpes de calor, y esto puede deberse a factores como la cantidad de personas transitando, condiciones meteorológicas y la vegetación presente en la vialidad, este último toma relevancia al considerarse como una forma de mitigación al efecto de la ICU.

**Palabras claves:** Isla de calor, Urbanización, Tuxtla Gtz, Movilidad, Estrés Térmico.



## Introducción

El proceso de la urbanización tiene su concepción en la ciudad, este representa el espacio físico o territorial en donde se establece la población y tienen lugar los procesos socioeconómicos; es así mismo en donde el medio natural se apropia, se transforma y se adapta para el desarrollo de las funciones propias de la vida comunitaria.

La urbanización parte de un aumento de la población en las zonas urbanas, acorde al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015) México cuenta con una población de alrededor de 120 millones de habitantes, de las cuales casi el 50% se encuentran en los estados del centro del país; por tanto, un aumento en la urbanización trae una serie de modificaciones al medio físico, como son alteración en los procesos aerodinámicos, térmicos e hidrográficos que acontecen en la atmósfera local, generando una modificación clima local, denominándose como clima urbano (Lombardo, 1997).

El clima urbano se define como la modificación del clima regional creado por el área urbana. Tres factores principales que contribuyen al clima urbano: La presencia de edificios y otras estructuras, que pueden alterar el flujo de aire y la radiación, y crear un ambiente más turbulento y húmedo. Una mayor cantidad de actividades generadoras de flujos de calor, como es el tráfico y las industrias, que pueden elevar las temperaturas y crear un efecto de isla de calor. La falta de vegetación, que puede reducir la evapotranspiración y contribuir a temperaturas más altas y menor humedad (Oke, 2017a).

Un fenómeno de importancia con afectaciones ambientales y de salud, es el aumento de la temperatura, a este fenómeno se le denomina Isla de Calor Urbana (ICU) que se define como la diferencia de temperatura entre el área urbana y sus alrededores. Asimismo, es el resultado de dos procesos diferentes pero asociados; el primero y más importante, la modificación en la cobertura del suelo como resultado del proceso de urbanización que transforma las superficies con materiales impermeables y retentores de calor, como el asfalto y el concreto. La segunda; hace referencia a las actividades en la ciudad principalmente el transporte y la industria debido a las emisiones térmicas que contribuyen al calentamiento de la Ciudad (Oke, 2017b).

Por ello, esta problemática se ha convertido en uno de los principales desafíos relacionados con el proceso de urbanización, ya que las temperaturas extremas asociadas a la ICU y la contaminación del aire, tiende a exacerbar problemas de salud y el bienestar de la población, tales como enfermedades cardíacas, respiratorias y cáncer (Tan J, et al. 2010).

El comprender estos fenómenos desde un enfoque urbano, son de suma importancia en la generación de medidas mitigación y políticas públicas. Partiendo de este contexto, con el objetivo de estudiar el impacto de la ICU en la movilidad de la población dentro de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, se implementó un monitoreo térmico en 3 diferentes formas principales de movilidad, tales como el transporte público, transporte particular y caminata, para tal proceso, se desarrolló equipo de bajo costo llamado un Registrador Móvil de Temperatura y Humedad (REMOTH), el cual está integrado en una serie de sensores modulares acoplados a una placa programable que coordina la electrónica del sistema, con la finalidad de georreferenciar y registrar las variables de presión, humedad y temperatura, dando una base de datos que se emplearan en

el cálculo del índice ASV (Actual Sensation Vote) o Sensación de Voto Actual, este índice tiene la finalidad de indicar el confort de la población relacionada con la sensación de bienestar térmico y los componentes físicos, fisiológicos y psicológicos. Al mismo tiempo en base al análisis de las condiciones atmosféricas que se presentan al momento, y el tipo de movilidad, se determina si el índice ASV es sobrepasado afectando a la población durante las actividades que realice al utilizar estos medios de movilidad.

## Métodos

### Zona de estudio

El escenario de estudio corresponde a la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (ver figura 1), la cual se ubica en la región económica I denominada Zona Metropolitana. El municipio se limita al norte con San Fernando y Osumacinta, al este con Chiapa de Corzo, al sur con Suchiapa y al oeste con Ocozocoautla y Berriozábal. La cabecera municipal se ubica a 16°45'11" de latitud norte y 93°06'56" de longitud oeste, estando a una altitud de 522 metros sobre el nivel del mar. Tuxtla Gutiérrez posee una superficie territorial de 334.61 km<sup>2</sup> que ocupa el 0.45% del territorio estatal (CEIEG, 2012).

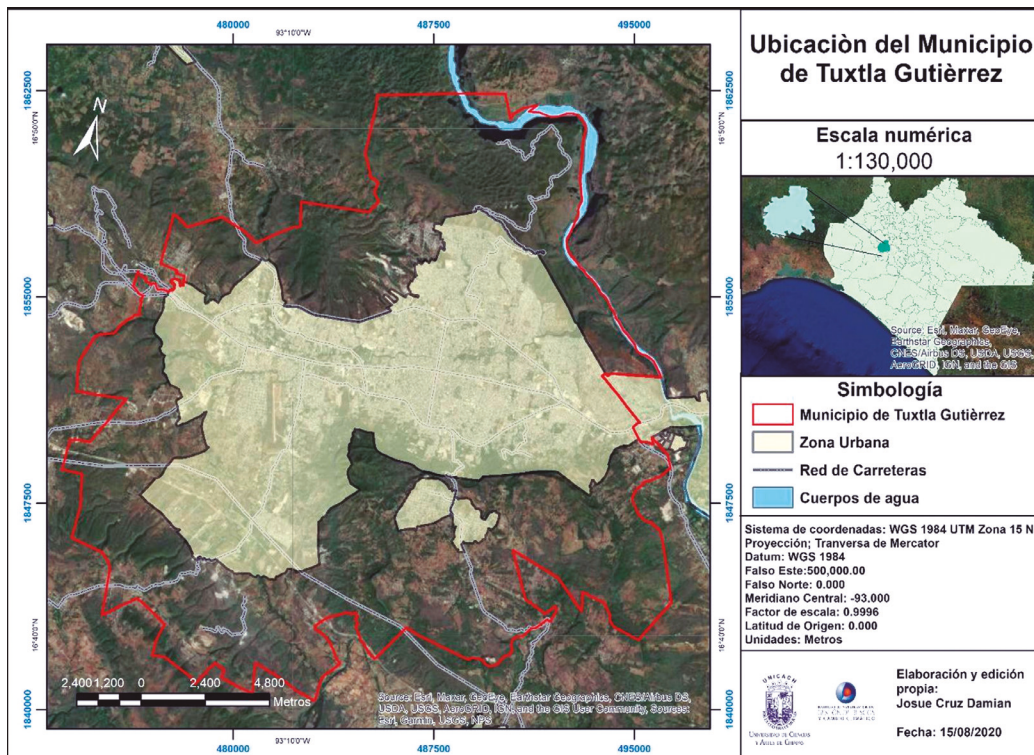


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

El estudio se conforma de dos etapas, la primera es el desarrollo de un dispositivo electrónico registrador de temperatura y humedad (REMOTH); mientras que la segunda, comprende una campaña de monitoreo térmico empleando el instrumento desarrollado, recorriendo en tres formas de movilidad la avenida principal de la ciudad.

### ***Registrador Móvil de Temperatura y Humedad (REMOTH)***

Para medir los parámetros ambientales de temperatura y humedad se emplean dispositivos especializados los cuales pueden llegar a ser costosos, sin embargo, en esta era digital los avances tecnológicos generan nuevas alternativas para el desarrollo de instrumentación a bajo costo. Es por ello, que se plantea la creación de un prototipo denominado REMOTH (ver figura 2).



**Figura 2.** Registrador Móvil de Temperatura y Humedad (REMOTH)

El REMOTH se compone en una tarjeta Arduino, con un sensor ambiental para medir las variables de Temperatura, Presión y Humedad relativa, un componente de lectura y escritura para memorias microSD, un reloj en tiempo real, y un módulo de GPS que registra la posición en tiempo real del dispositivo. Todos estos componentes electrónicos están coordinados por un código de programación, que establece los parámetros de funcionamiento, y finalmente el prototipo tiene una fuente de alimentación 5V proveída por una batería de Ion Litio para su autonomía.

La principal funcionalidad del prototipo es realizar mediciones de parámetros ambientales a diferentes intervalos de tiempo de acuerdo a la necesidad del monitoreo y con su respectiva posición geográfica, los datos son almacenados en una memoria microSD en formato de texto para su posterior procesamiento.

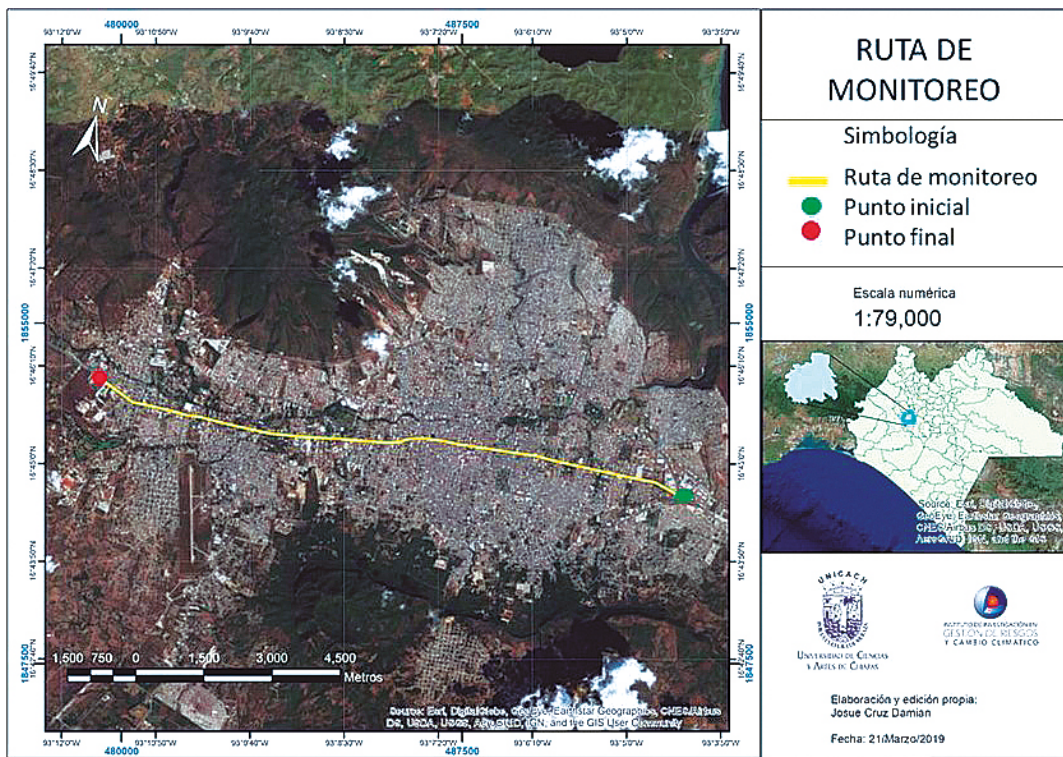
### ***Campaña de monitoreo térmico y determinación del Índice de confort ASV***

La zona centro de Tuxtla Gutiérrez es el área con mayor densidad de población, es aquí donde se encuentran los principales edificios gubernamentales, comerciales y culturales de la ciudad, por lo tanto, el movimiento en la zona centro es constante y fluido durante todo el día. Los principales modos de transporte en la zona son el automóvil, el transporte público y la caminata. Lo anterior puede traer situaciones de congestión de tránsito y en especial durante las horas pico, aunado a las condiciones climatológicas de la región, traen como consecuencias impacto ambientales y de salud en la población.

Con la finalidad de conocer el impacto de las altas temperaturas a la población en su tránsito en la vialidad principal de la zona centro, se establece el monitoreo térmico en las siguientes formas de movilidad:

- Movilidad 1. Transporte público ruta 53 (colectivo);
- Movilidad 2. Caminata sobre la Avenida Central;
- Movilidad 3. Transporte público ruta 01 (minibús);
- Movilidad 4. Vehículo particular.

El registro de datos consiste en recorrer la avenida principal de oriente a poniente en las formas de movilidad preestablecidas (ver figura 3), se inicia a las 12:00 pm de cada día, donde usualmente existe más movilidad de la población y el índice de radiación solar es alto, estas mediciones se realizan empleando el REMOTH, el monitoreo tiene una duración de 4 semanas.



**Figura 3.** Ruta de monitoreo.

Los datos recabados son procesados para obtener el Índice ASV usado por Nikolopoulo (2004), mediante la siguiente fórmula,

$$ASV = 0.049 Tem + 0.001 Sol - 0.051 V + 0.014 RH - 2.079$$



Donde ASV (índice de Sensación de Voto Actual),  $T_{em}$  (Temperatura del aire en  $^{\circ}C$ ), Sol (Radiación Solar en  $W/m^2$ ), RH (porcentaje de Humedad Relativa) y V (velocidad de viento en m/s). Las condiciones de confort se dan cuando el ASV es igual a cero, sin embargo, se considera que entre +0.5 y -0.5 las condiciones son aceptables.

## Resultados

El monitoreo se realizó del 7 de enero al 02 de febrero del 2019, iniciando a las 12:00 PM concluyendo alrededor de las 2:00 PM, el tiempo de recorrido depende de las situaciones de tráfico presentes en la zona, en general se tiene una duración promedio de una hora y media en cada uno de los tipos de movilidad. Así mismo al ser temporada invernal y de acuerdo a CONAGUA (2019) para estas fechas se presentaron trece frentes fríos, de los cuales siete afectaron directamente al estado de Chiapas y que favorecen a la reducción de las temperaturas en la ciudad.

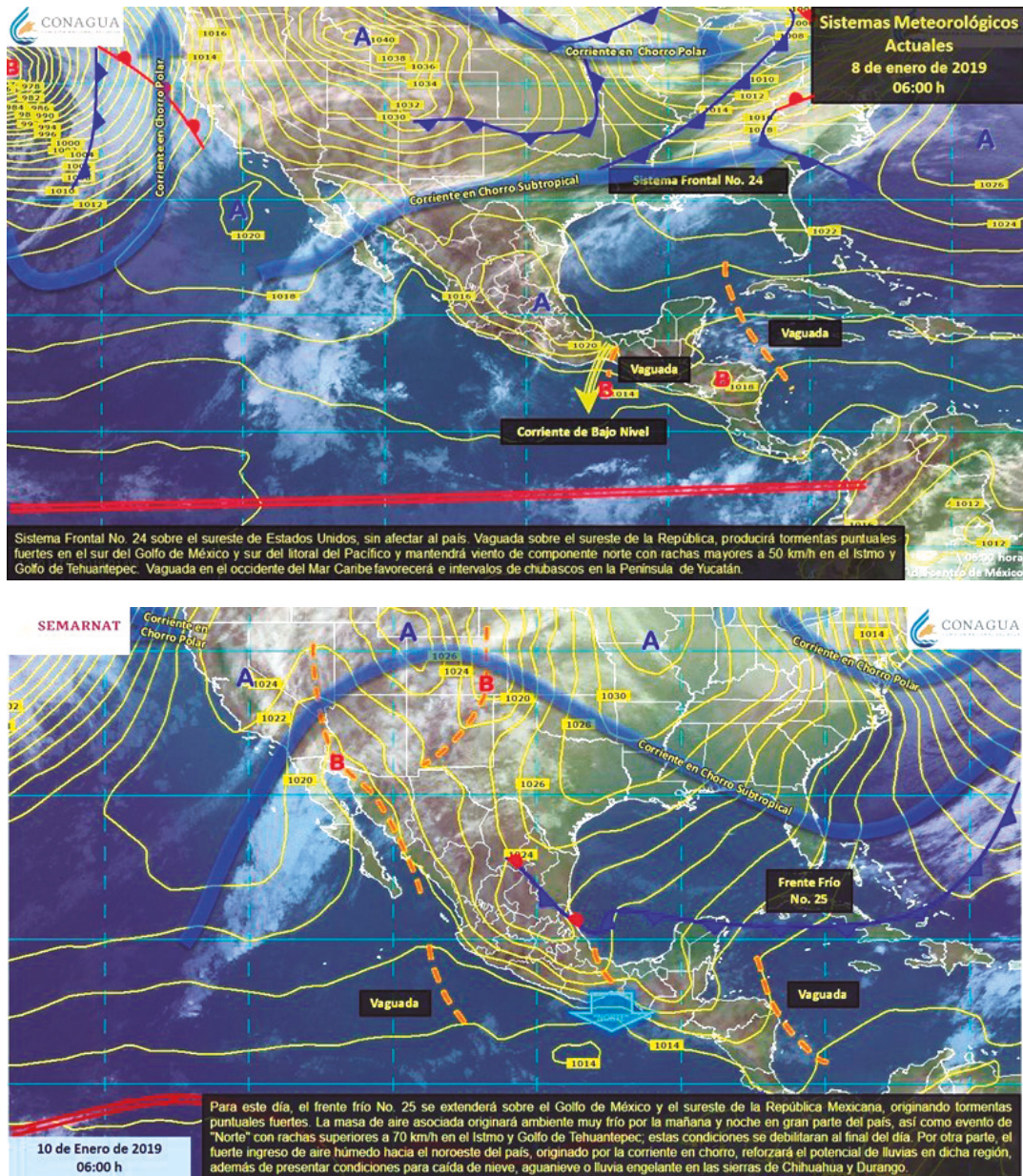
### ***Movilidad 1: Transporte Público ruta 53.***

El recorrido de la ruta 53 (ver figura 4) se realizó del 7 al 13 de enero, con una duración promedio de muestreo de una hora con nueve minutos a una velocidad media de 56.7 Km/h con algunas desviaciones en la ruta, el recorrido es intermitente ya que hace un total de 35 paradas para ascenso y descenso de pasajeros, el número de personas que se transportaban dentro de la unidad son de 10 a 13 en promedio.



**Figura 4.** Monitoreo en transporte público Ruta 53.

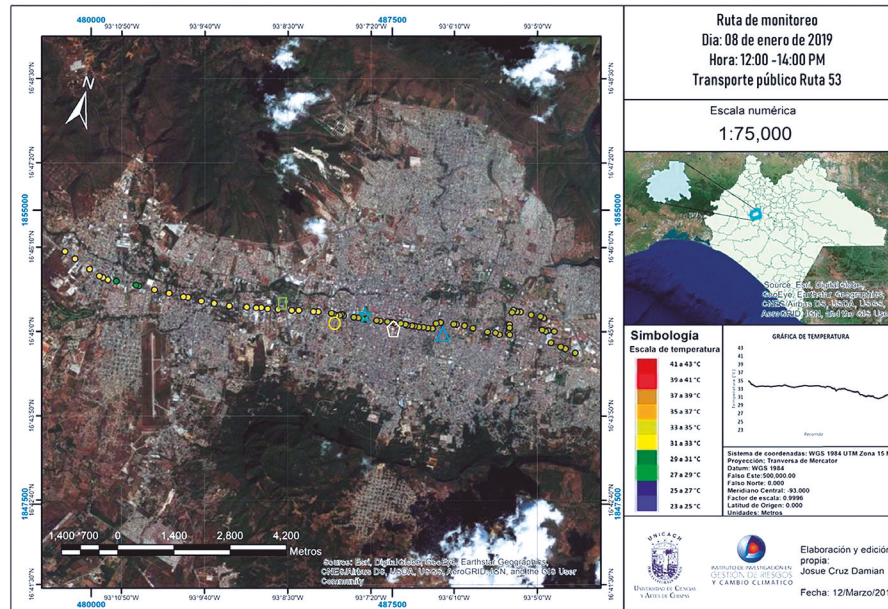
En los días del 8 al 10 de enero se registraron diferencias térmicas, esto debido a las condiciones meteorológicas (ver figura 5) prevalecientes en la zona como la entrada del frente frío no.25 o sistemas anticiclónicos, que son asociados con tiempos estables y cielos despejados, favoreciendo a la alta radiación solar.



**Figura 5.** Imagen de satélite de las Condiciones meteorológicas, 8 de enero un sistema anticiclónico y 10 de enero sistemas de frente frío.

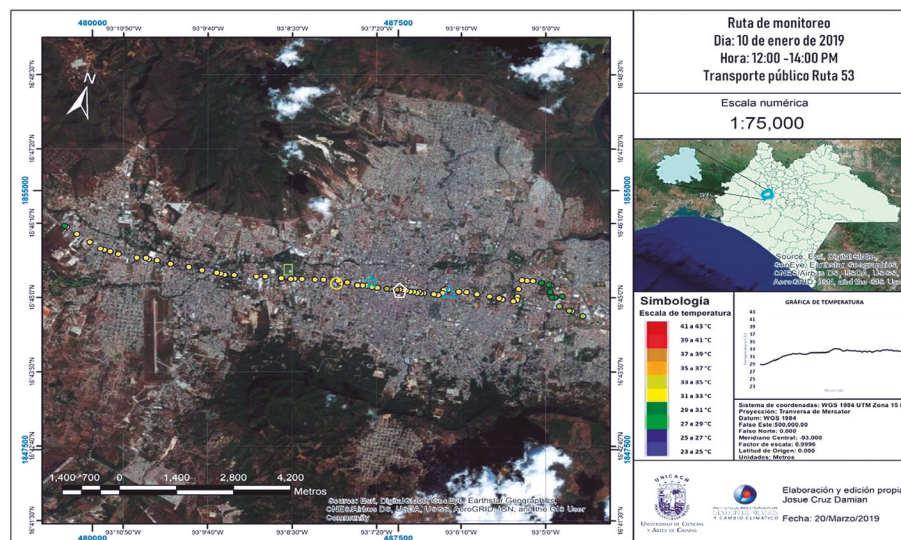
En general los días soleados, como es el caso del 8 de enero al iniciar el recorrido la temperatura se mantuvo en 35°C hasta llegar a zonas con mayor vegetación como el parque Bicentenario y Caña Hueca, donde se observó su disminución llegando a 33°C, esta temperatura se mantuvo hasta casi el final del recorrido, donde al alejarse de la zona urbanizada hacia la zona rural con mayor presencia de vegetación, existe un descenso entre los 29 y 31°C (ver figura 6).





**Figura 6.** Mapa recorrido día 8 de enero. Se señala el Parque 5 de Mayo (▲), Parque Central (△), Parque de la Marimba (★), Parque Morelos (○), y el Parque Caña Hueca (□).

En tanto para el 10 de enero durante los primeros registros, la temperatura se encontraba entre los 17 a 29 °C, conforme avanza la unidad al ingresar más personas a la unidad, la temperatura va aumentando al llegar a la zona centro se tiene un pico de 33 °C. Continuando con el recorrido, la temperatura se mantiene en los 33°C y se observa el mismo patrón de descenso al acercarnos a la zona rural llegando a los 31°C al final del recorrido (ver figura 7).



**Figura 7.** Mapa del recorrido día 10 de enero. Se señala el Parque 5 de Mayo (▲), Parque Central (△), Parque de la Marimba (★), Parque Morelos (○), y el Parque Caña Hueca (□).

### **Movilidad 2: Caminata**

Para esta movilidad se monitoreo del 14 y 20 de enero, siguiendo el mismo sentido en el recorrido, se tiene un tiempo promedio de caminata de una hora con quince minutos (ver figura 8).



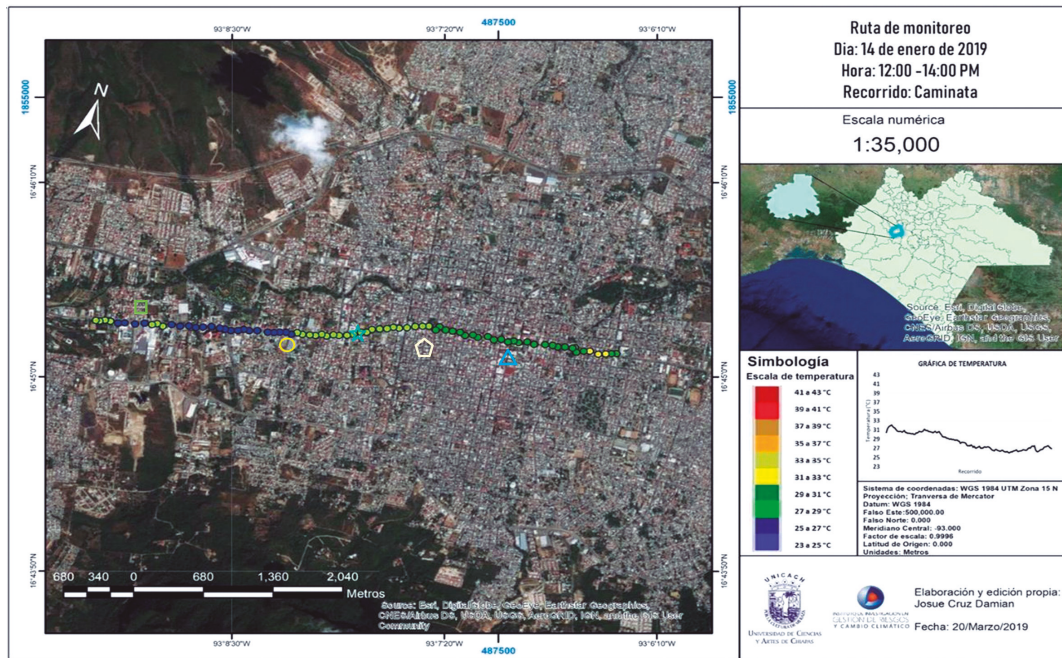
**Figura 8.** Monitoreo movilidad caminata.

Con la finalidad de homogenizar el tiempo de medición se optó por acotar la distancia de la ruta, iniciando en el parque 5 de mayo y finalizando frente a la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), comprendiendo un total de 6 km a una velocidad promedio de 4.9 Km/h.

Para estas fechas acorde a la CONAGUA se presentaron entradas de los frentes no. 26 al inicio de la semana y el no. 29 al final de esta, lo que favorecía a un descenso de la temperatura.

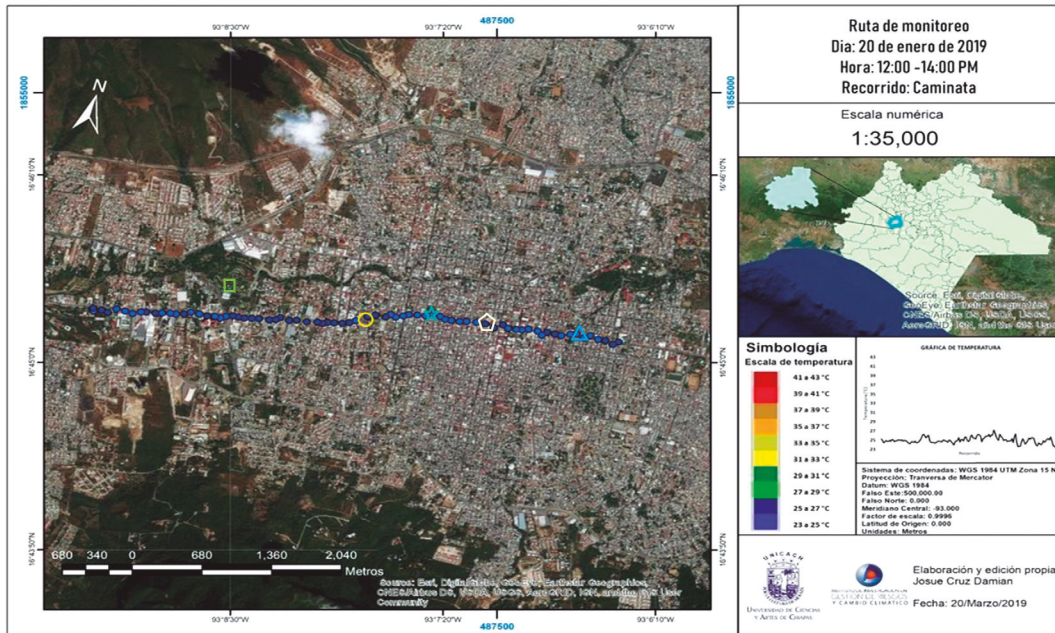
Como podemos observar para el 14 de enero (ver figura 9) los registros térmicos oscilaron entre los 26°C a 32°C. Al inicio del recorrido la temperatura indicaba 29°C, con forme se avanzaba hacia el parque central (escasa vegetación) se alcanzó los 31 °C, sin embargo, al llegar al parque de la Marimba (con vegetación arbórea) la temperatura disminuyó a los 27°C, y al llegar al parque Caña Hueca la temperatura descendió unos 0.5 °C con respecto a al parque de la Marimba.





**Figura 9.** Mapa del recorrido para el día 14 de enero. Se señala el Parque 5 de Mayo (▲), Parque Central (△), Parque de la Marimba (★), Parque Morelos (○), y el Parque Caña Hueca (□).

Para el día 20 de enero (ver figura 10) la variación de la temperatura fue mínima con respecto a otros días, las temperaturas variaron entre los 23°C a 27 °C. Al inicio del recorrido partiendo del parque 5 de mayo la temperatura oscilo entre los 25°C y 27 °C, disminuyendo hasta los 23°C al final del recorrido.



**Figura 10.** Mapa del monitoreo para el día 20 de enero. Se señala el Parque 5 de Mayo (▲), Parque Central (△), Parque de la Marimba (★), Parque Morelos (○), y el Parque Caña Hueca (□).

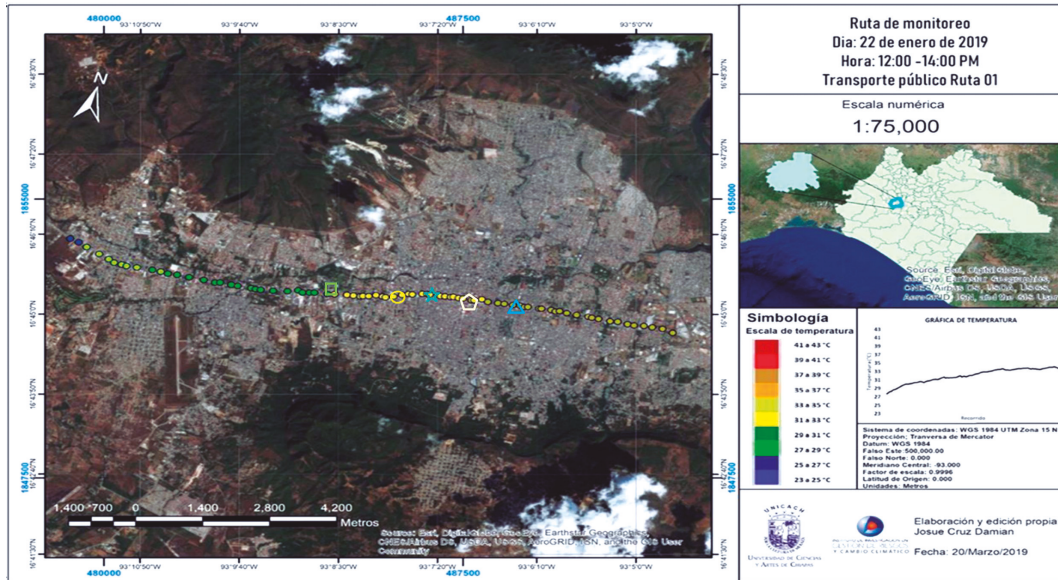
### **Movilidad 3: Transporte Público ruta 01**

En esta movilidad se realizó en la semana del 21 al 27 de enero, a diferencia de la movilidad 1 este varía en el tipo de transporte, el cual la Ruta 01 corresponde a un sistema de autobuses denominados CONEJOBUS con una capacidad promedio de 45 pasajeros (ver figura 11). El tiempo promedio de recorrido fue de una hora, con un total de 31 paradas aproximadamente. El recorrido de la Ruta 01 contempla el trayecto planteado de oriente a poniente con una distancia aproximada de 13.35 km, y velocidad promedio fue de 48.08 km/h.



**Figura 11.** Monitoreo en transporte público Ruta 01, CONEJOBUS.

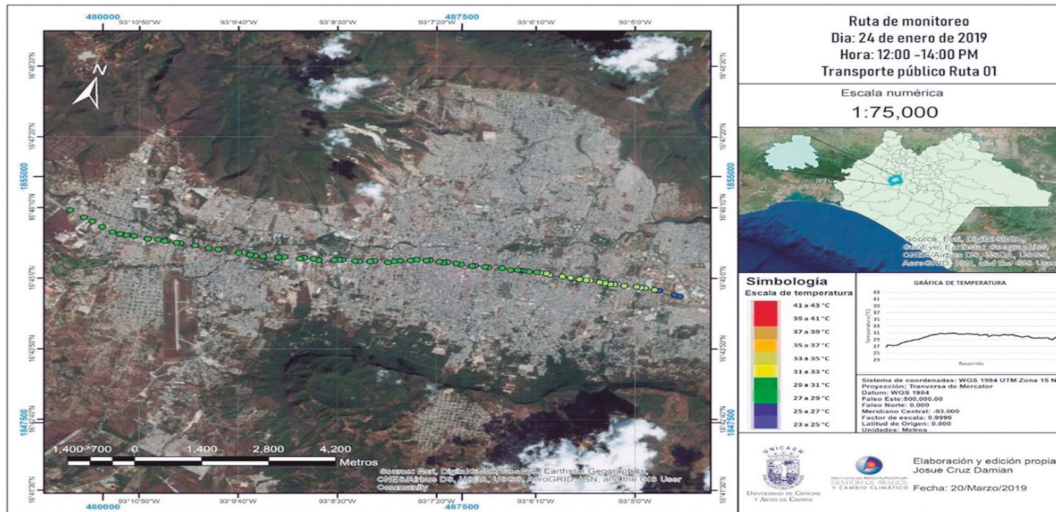
Como se muestra en la figura 12 correspondiente al día 22 de enero, la temperatura durante el recorrido oscilaba entre los 33°C y 35 °C, registrando la temperatura mínima de 25°C en el punto final de recorrido cercana a la zona rural, y la máxima temperatura de 35°C en la zona centro. En las zonas cercanas a los parques como es el caso del parque Caña Hueca se tiene tienen temperaturas promedio de 29°C, comparadas con la registradas en el parque Central se aprecia una diferencia térmica de hasta 4 °C, entre los dos parques.



**Figura 12.** Mapa del recorrido para el día 22 de enero. Se señala el Parque 5 de Mayo (▲), Parque Central (△), Parque de la Marimba (★), Parque Morelos (○), y el Parque Caña Hueca (□).

Con respecto al 24 de enero (ver figura 13), se tiene el mismo comportamiento de descenso térmico, a diferencia que este día las temperaturas oscilaron entre los 25°C hasta 31°C, siendo las zonas urbanizadas los puntos cálidos y cercanos a los parques con vegetación arbórea los puntos fríos del recorrido.





**Figura 12.** Mapa del recorrido para el día 24 de enero. Se señala el Parque 5 de Mayo (▲), Parque Central (△), Parque de la Marimba (★), Parque Morelos (○), y el Parque Caña Hueca (□).

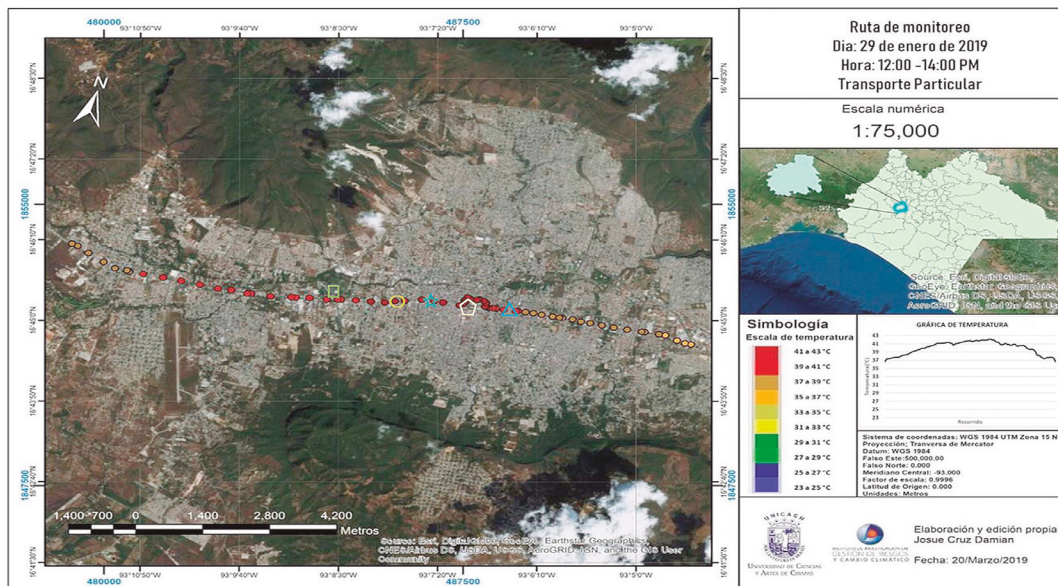
**Movilidad 4: Vehículo Particular**

En esta última forma de movilidad se efectuó de 28 de enero al 03 de febrero, realizando el recorrido en un coche particular tamaño medio (Chevrolet Matiz color blanco); las ventanas se mantuvieron abiertas durante el recorrido para tener una circulación de aire dentro del mismo y no usar el sistema de aire acondicionado evitar mediciones erróneas (ver figura 13). La ruta fue la misma que corresponde al tipo de movilidad 1 y 3 en el mismo sentido de oriente a poniente. La distancia recorrida fue de 13.6 km a una velocidad promedio de 50 km/h.



**Figura 13.** Vehículo para ruta de monitoreo en la movilidad 4.

Al iniciar el muestreo el día 29 de enero la temperatura registrada estaba entre los 35 °C, y conforme se avanzó en dirección al Parque 5 de mayo se observó un incremento de 2°C, al acercarse a la zona centro las temperaturas que se registraban variaban de 39°C a 41°C, en el trayecto se presentaron desviaciones a la ruta principal debido a un bloqueo que genero congestionamiento vehicular, en ese punto se registró una temperatura de 43°C (ver figura 14), manteniéndose constante hasta el Parque Caña Hueca, donde disminuyó a 40°C y consecuentemente fue decreciendo hasta el punto final del recorrido se registró una temperatura de 37°C.



**Figura 14.** Mapa del recorrido del día 29 de enero. Se señala el Parque 5 de Mayo (▲), Parque Central (△), Parque de la Marimba (★), Parque Morelos (○), y el Parque Caña Hueca (□).

En algunos días donde se presentaba algún tipo de evento social (marchas o protestas) generado congestionamiento vial o mayor tránsito de personas, se reflejaba con el registro de temperaturas elevadas en la zona de afectación. Una vez conjuntado los datos y depurados, se genera una base de datos de los registros diarios de la campaña de monitoreo, se procede a la determinación del índice ASV.

### **Determinación del Índice ASV**

Acorde al índice ASV, se deducen las diferentes variables que emplea la ecuación, que son promedios diarios de los datos registrados en la campaña de monitoreo, y se realiza el cálculo del ASV por día y por tipo de movilidad, tal como se muestra en la tabla 1.

Tipo de movilidad	Fecha	T (°C)	HR (%)	Rad. (W/m <sup>2</sup> )	U (m/s)	ASV
1	07/01/2019	35	45	761	1	0.96
	08/01/2019	33	48	453	5	0.40
	09/01/2019	30	51	276	5	0.14
	10/01/2019	32	50	668	7	0.51
	11/01/2019	34	43	742	1	0.84
	12/01/2019	34	49	738	2	0.93
	13/01/2019	33	48	756	1	0.94
2	14/01/2019	28	53	317	3	0.20
	15/01/2019	28	57	727	5	0.58
	16/01/2019	-	-	-	-	-
	17/01/2019	31	48	751	4	0.66
	18/01/2019	31	45	768	1	0.77
	19/01/2019	32	44	722	1	0.75
	20/01/2019	25	51	664	6	0.21
3	21/01/2019	33	38	787	1	0.78
	22/01/2019	32	41	777	2	0.71
	23/01/2019	35	42	765	2	0.91
	24/01/2019	29	56	627	6	0.49
	25/01/2019	30	55	540	5	0.43
	26/01/2019	30	52	789	1	0.84
	27/01/2019	31	52	684	8	0.45
4	28/01/2019	37	35	791	2	0.94
	29/01/2019	40	33	802	3	0.99
	30/01/2019	37	35	774	1	0.96
	31/01/2019	39	35	781	1	1.04
	01/02/2019	40	31	788	2	1.03
	02/02/2019	37	39	792	1	1.01
	03/02/2019	37	38	792	1	1.02

**Tabla 1.** Datos promedio por día.

Con los datos de ASV por día, se promedian para obtener el índice por tipo de movilidad, como se muestra en la tabla 2.

MOVILIDAD	ASV
1	0.67
2	0.53
3	0.62
4	1

**Tabla 2.** ASV por tipo de movilidad.

Ochoa *et al.* (2009) considera que los valores entre -0.5 a 0.5 representan una temperatura de confort aceptable, en este sentido, el índice ASV de la tabla 2 muestra que todos los tipos de movilidad sobrepasan a la temperatura de confort térmico.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos durante los muestreos para cada semana por tipo de movilidad muestran cómo los sistemas frontales y las condiciones anticiclónicas (estables), juegan un papel importante en la distribución de la temperatura, es así que los sistemas frontales, ayudan a la disminución de la temperatura entre 2°C a 4 °C durante su paso, debido a que traen consigo vientos, nubosidad e incluso lloviznas; mientras que los días con condiciones estables, las temperaturas aumentaban entre 1°C a 2.5 °C durante la caminata y de 3 a 4 °C al interior de los vehículos.

De los tipos de movilidad analizados, se observó que la ruta 53 y ruta 01 del transporte público, presentan los mayores índices de confort térmico (0.67 y 0.62 respectivamente), estos valores dependen de factores externos tales con las condiciones meteorológica, el congestionamiento vehicular por el cierre de vialidades, así como, la cantidad de personas que abordaban las unidades y de la ventilación dentro de las mismas.

Para el caso de la movilidad tipo caminata se registró el menor índice de confort con un 0.53, este valor puede tener variaciones debido a las condiciones meteorológicas que se presenten durante el día, la cantidad de personas que transiten, la vegetación presente sobre todo árboles que proporcionen sombra y la condición física de cada persona.

Por otra parte, para la movilidad en vehículo particular presento un índice de confort de 1, siendo el más alto de los cuatro tipos de movilidad, lo cual concuerda con la Real Automóvil Club de Cataluña (2015) quien menciona que los vehículos pueden desarrollar temperaturas de hasta 55°C en el interior si la temperatura exterior es de 35°C debido a diversos factores externos.

En la actualidad, la mancha urbana de la ciudad Tuxtla Gutiérrez continúa creciendo, esto trae como consecuencia una mayor demanda de transporte público, de uso vehículos particulares, y sobre todo un cambio de uso de suelo al incorporar materiales como pavimento o concreto, lo que intensifica el aumento de la temperatura, exponiendo a la población a sufrir afectaciones por el calor, como son estrés térmico, deshidratación, fatiga o golpes de calor e incluso la muerte. Es por ello la importancia de generación de políticas públicas que impulsen la implementación, conservación o rehabilitación de áreas arboladas para mitigar el efecto adverso de la isla de calor urbano, esto se evidencia durante el recorrido que al pasar en zonas con mayor vegetación (como los parques urbanos) la temperatura disminuye en un rango de 1°C a 4 °C haciendo más confortable para transitar en esas áreas.

## Bibliografía

- CEIEG. (2012). Perfiles Municipales (Tuxtla Gutiérrez). Obtenido de <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>
- CONAGUA. (2019). Centro Hidrometeorológico Regional "Tuxtla Gutiérrez, Chiapas". Recuperado el Marzo de 2019, de <https://smn.conagua.gob.mx/es/centro-hidrometeorologico-tuxtla-gutierrez-chiapas>
- INEGI. (2015). Censos y Conteo de Población y Vivienda. Ciudad de México. Recuperado el 16 de Septiembre de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- Jáuregui O., E. (1977). Las investigaciones sobre clima urbano y contaminación del aire en la República Federal de Alemania. Alemania.
- Lombardo, M. (1997). Estudios Interdisciplinarios, metodologías e técnicas de análisis de clima urbano. VI Encuentro de Geógrafos de América Latina, (pág. 298). Buenos Aires. Obtenido de <http://www.observatoriergeograficoamericalatina.org.mx/egal6/Teoriaymetodo/Metodologicos/734.pdf>
- Nikolopoulo, M., Lykoudis, S., & Kikira, M. (2004). *Modeli di comfort termico per gli spazo aperti, progettare gli spazi aperti nell'ambiente urbano: un approccio bioclimatico*. Grecia: CRES (Department of Buildings).
- Ochoa de la Torre, J., Marincic L., I., & Alpuche C., M. (2009). *Análisis del Confort climático para planeación de sitios turísticos*. Hermosillo, Sonora, México. Recuperado el 17 de 08 de 2020, de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11586/03\\_PROCEEDINGS\\_M3\\_15\\_0025.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11586/03_PROCEEDINGS_M3_15_0025.pdf)
- Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017a). Concepts. In *Urban Climates* (pp. 14–43). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.
- Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017b). Urban Heat Island. In *Urban Climates* (pp. 197–237). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.
- Pérez Villatoro, C. E. (2015). *Modelación Preliminar de la Isla de Calor Urbano de Tuxtla Gutiérrez y sus Efectos al Índice de Confort Térmico*. Tesis de Licenciatura. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Real Automóvil Club de Cataluña. (2015). *Efecto de la radiación solar en la temperatura interior del vehículo*. Zurich, Suiza. Recuperado el 16 de 06 de 2020, de <http://so1.s3c.es/imag/doc/2015-08-06/estudio-sol-coche-racc.pdf>
- Tan J., Y. Zheng, X. Tang, C. Guo, L. Li, G. Song, X. Zhen, D. Yuan, A. J. Kalkstein, F. Li y H. Chen. (2010). *The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai*. (I. J. Biometeorol, Ed.) Shanghai. doi:10.1007/s00484-009-0256-x (2010).
- Zavaleta-Palacios M, Díaz-Nigenda E, Vázquez-Morales W, Morales-Iglesias H, Lima GN. (2020). *Urbanización y su relación con la isla de calor en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7(2). DOI:10.191136/era.a7n2.2485.





# Análisis estadístico de la sismicidad reportada por el Servicio Sismológico Nacional en el estado de Oaxaca

Gildardo Talavera-Cervantes, Avith del Refugio Mendoza-Ponce

## Resumen

El estado de Oaxaca, a nivel nacional, tiene el primer lugar con del total de los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional y su población ha sufrido daños materiales y pérdidas humanas debido a sismos que ocurren cerca de la costa y en el continente. Para calcular el peligro sísmico en un sitio, se calcula el período de retorno ( $PR$ ) para una magnitud de interés mediante la ecuación:  $PR = P_t / 10^{a-bm}$ , donde  $P_t$  es el período de tiempo utilizado en la estimación, mientras que el denominador es el número de eventos ocurridos en dicha ventana de tiempo. La constante  $b$  (mejor conocida como valor- $b$ ) da la proporción de sismos grandes con respecto a los pequeños en una zona, por lo que se busca calcularlo con la menor incertidumbre posible. El problema sobre los cálculos del valor- $b$  y de los periodos de retorno y, por ende, de los estudios de peligro sísmico, es que dependen de la calidad de los catálogos sísmicos y de la homogeneización en magnitud utilizada en dichos catálogos. El principal objetivo de este trabajo consistió en calcular parámetros actualizados del valor- $b$  y de los periodos de retorno para 5 regiones sismotectónicas: SUB3, SUB4, IN2, IN3 y NAM del estado de Oaxaca y sus alrededores, con base en un catálogo sísmico homogeneizado en magnitud de momento ( $M_w$ ) durante el periodo de 1987-2021. El impacto de los resultados de  $PR$  se concentra en las recomendaciones que se hacen a los reglamentos de construcción de los municipios y en la actualización de los atlas del riesgo estatal.

## Introducción

Quienes viven en el estado de Oaxaca saben que en su territorio suceden sismos constantemente. El origen de la mayoría de esta sismicidad se debe al contacto convergente entre dos importantes placas tectónicas, en donde la placa de Cocos subduce bajo la placa Norteamericana. Afortunadamente por la baja densidad de población en las zonas de costa, el número de víctimas causado por los sismos de subducción más destructivos de nuestra historia no ha sido tan enorme. Los especialistas en Ciencias de la Tierra, las autoridades gubernamentales, y la población en general enfrentan el desafío de conocer la historia de estos fenómenos sísmicos. Siempre se intentarán encontrar claves que ayuden a entender mejor cuándo, dónde y con qué magnitud sucedieron los temblores en el pasado y si ocurrirán en el futuro, así como lograr una mejor comprensión de sus efectos para reducir daños y pérdida de vidas. La sismología, estudia la distribución espacio temporal de los sismos, los mecanismos focales y la liberación de energía para conocer los procesos geodinámicos que están sucediendo en la Tierra.

Oaxaca ha sido afectada por un gran número de eventos sísmicos con magnitudes superiores a siete, tanto que el vocabulario en lengua zapoteca de Fray Juan de Córdova (1578) contiene palabras para designar el temblor de la tierra: *xoo*, pero también un nombre para la deidad de los terremotos: Pitao *xoo* (Garduño-Monroy *et al.*, 2019).

Tres sismos recientes que afectaron este estado son:

- El siete de septiembre de 2017 ocurrió un temblor con magnitud 8.2  $M_w$  en el Golfo de Tehuantepec. El sismo de Tehuantepec fue un evento intraplaca, dentro de la placa de Cocos, con un mecanismo focal de tipo normal que ocasionó importantes daños en la región; al menos 94 muertos y 250 heridos en los estados de Oaxaca y Chiapas (Velázquez-Bucio *et al.*, 2021). El sismo ocasionó graves daños en la región del istmo, principalmente en poblados como Juchitán, El Espinal y Asunción Ixtaltepec (SSN, 2017).
- El evento sísmico ocurrido el 16 de febrero de 2018 con una magnitud de 7.2  $M_w$  a 11 kilómetros de Pinotepa Nacional. Este fue un sismo de falla inversa de acuerdo con el reporte especial del Servicio Sismológico Nacional (SSN, 2018).
- En el año 2020, el sismo de magnitud 7.4  $M_w$  con epicentro a 23 km al sur de Crucecita, Oaxaca, como resultado de la interacción entre las placas de Cocos y Norteamericana. Según datos del SSN, las coordenadas del epicentro son 15.784° de latitud N y 96.120° de longitud O, y la profundidad focal es de 22.6 km. El movimiento se sintió en los estados de Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Michoacán, Jalisco, Querétaro, Morelos, Tabasco, Veracruz, Puebla, Estado de México y en la Ciudad de México (a 600 km del epicentro) y en varias ciudades de Guatemala. Entre los efectos significativos que produjo el evento sísmico, se han reportado daños a la infraestructura tanto en la zona cercana al epicentro como en 36 edificaciones en la Ciudad de México. También se reportaron efectos ambientales sísmicos, entre los más destacados, deslizamientos, desprendimientos de rocas, licuefacción (Velázquez-Bucio *et al.*, 2021, ver figura 1).



**Figura 1.** Derrumbe en la carretera Oaxaca-Tehuantepec, km 118. I=VII ESI-2007. Imagen tomada de Velázquez-Bucio *et al.*, 2021.

Otros sismos importantes que sucedieron en el pasado son: el 15 de enero de 1931 de magnitud 7.8, el cual dañó edificios públicos, así como templos y exconventos en poblaciones del Valle de Oaxaca y el del 30 de septiembre de 1999 de magnitud 7.4, que causó varios muertos y daños importantes a infraestructura en viviendas, escuelas, hospitales, puentes y carreteras. Estos dos sismos se originaron por un rompimiento de la placa de Cocos subducida. También han ocurrido sismos de subducción en la región de Oaxaca como: el sismo del 23 de agosto de 1965 de magnitud 7.5 y el del 29 de noviembre de 1978 de magnitud 7.6. Estos sismos fueron provocados por el proceso de subducción, causaron daños importantes en las regiones cercanas al epicentro y varias muertes (SSN, UNAM).

Todos estos ejemplos, nos muestran que en Oaxaca no solo se presenta sismicidad debido a la subducción, sino que también hay actividad intraplaca de profundidad intermedia y somera. Las zonas estudiadas en este estado se basan en la regionalización sismotectónica propuesta por Zúñiga *et al.* (2017), y son las denominadas: SUB2, SUB3, SUB4, IN1, IN2, IN3 y NAM, las cuales se explican más adelante.

Los eventos sísmicos ocurren periódicamente en las mismas regiones geográficas, por tal motivo es importante calcular los periodos de retorno de las zonas de interés. A medida que pasa el tiempo en una región donde no ha ocurrido un temblor fuerte, es mayor la probabilidad de que ahí ocurra nuevamente un sismo. Es decir, hay que esperar en las regiones donde ya se han presentado sismos fuertes, que vuelvan a presentarse en el futuro.

En la tabla 1, se muestran los sismos de magnitud mayor o igual a 7.0, que se utilizaron en este trabajo para el cálculo de los periodos de retorno en el estado de Oaxaca y sus alrededores.

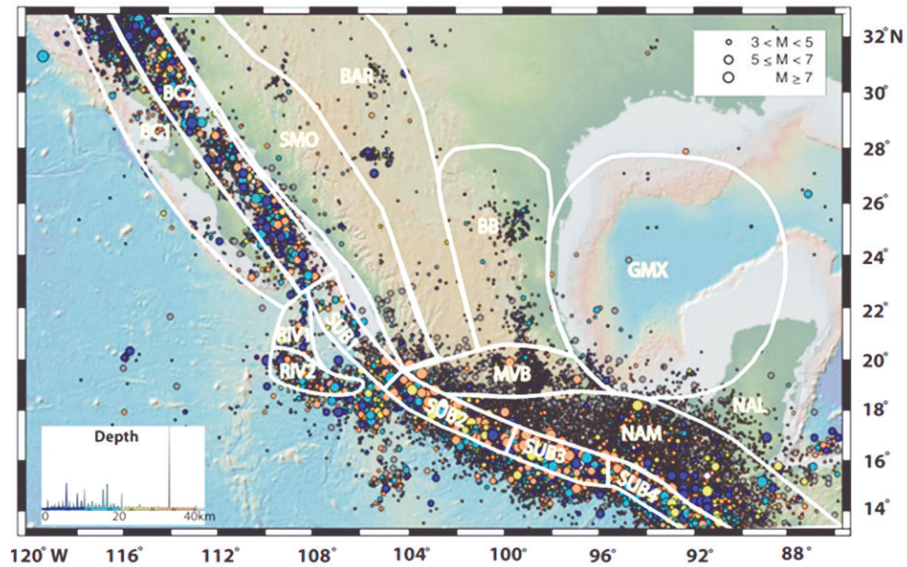
Año	Mes	Día	Magnitud	Profundidad	Referencia
1914	3	30	7.2	150	14 km al NORESTE de OCOSINGO, CHIS
1915	9	7	7.4	80	348 km al ESTE de CD HIDALGO, CHIS
1916	6	2	7	150.0	42 km al sur de SAYULA DE ALEMÁN, VER.
1928	3	21	7.5	33.0	12 km al suroeste de CRUCECITA, OAX.
1928	6	16	7.6	33.0	11 km al oeste de MIAHUATLAN, OAX.
1928	8	4	7.4	33.0	49 km al sur de H TLAXIACO, OAX.
1928	10	8	7.5	33.0	35 km al noroeste de RIO GRANDE, OAX.
1931	1	15	7.4	40.0	30 km al oeste de MIAHUATLAN, OAX.
1937	12	23	7.4	33.0	46 km al suroeste de H TLAXIACO, OAX.
1948	1	6	7	80.0	45 km al sureste de H TLAXIACO, OAX.
1950	12	14	7.2	33.0	47 km al oeste de H TLAXIACO, OAX.
1951	12	11	7	100.0	59 km al este de MATÍAS ROMERO, OAX.
1965	8	23	7.5	12.0	53 km al noreste de CRUCECITA, OAX.
1968	8	2	7.3	16.0	39 km al noreste de PINOTEPA NACIONAL, OAX.
1973	8	28	7.3	82.0	30 km al suroeste de TIERRA BLANCA, VER.
1980	10	24	7.1	65.0	19 km al oeste de ACLATLAN DE OSORIO, PUE.
1982	6	7	7	19.0	20 km al sureste de OMETEPEC, GRO.

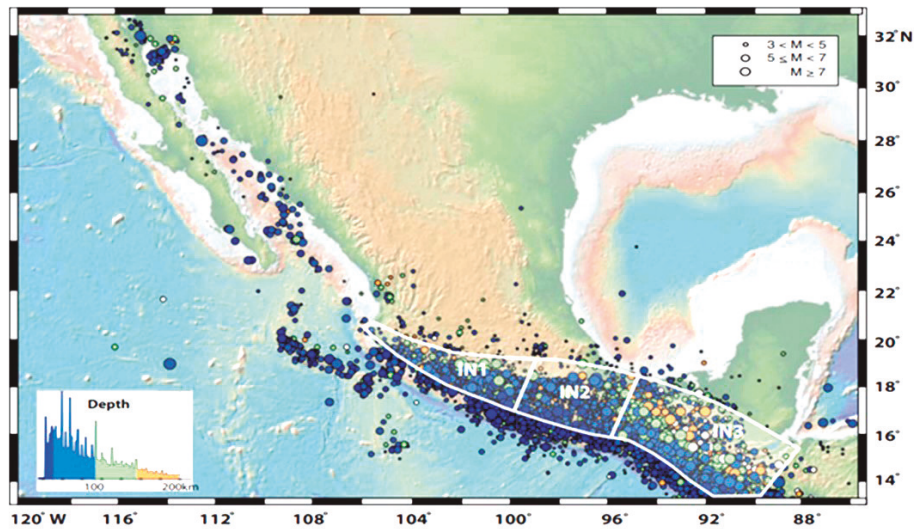
Año	Mes	Día	Magnitud	Profundidad	Referencia
1995	9	14	7.3	21.0	29 km al noreste de OMETEPEC, GRO.
1995	10	21	7.1	160	12 km al NOROESTE de OCOZOCAUTLA, CHIS
1996	2	24	7.1	15.0	52 km al sur de PINOTEPA NACIONAL, OAX.
1999	6	15	7	63.0	29 km al suroeste de S GABRIEL CHILAC, PUE.
1999	9	30	7.4	39.0	22 km al noreste de PUERTO ESCONDIDO, OAX.
2012	3	20	7.5	18.0	46 km al sur de OMETEPEC, GRO.
2017	9	19	7.1	38.5	9 km al noreste de CHIAUTLA, PUE.
2018	2	16	7.2	12.0	11 km al sur de PINOTEPA NACIONAL, OAX.
2020	6	23	7.4	22.6	2 km al noreste, de CRUCECITA, OAX

**Tabla 1.** Sismos con magnitudes mayores que 7.0 del periodo de 1914 a 2020 utilizados en el cálculo de los períodos de retorno (Servicio Sismológico Nacional, UNAM 2018).

### Regionalización del estado de Oaxaca

Las regiones sismotectónicas que usamos para este estudio son las propuestas por Zúñiga *et al.*, 2017 (ver figura 2) que abarcan el estado de Oaxaca y se explican a continuación:





**Figura 2.** Mapas de la regionalización sismotectónica de México. (Arriba) Regiones de sismicidad poco profundas ( $h < 40$  km). (Abajo) Regiones de sismicidad de profundidad intermedia ( $h > 40$  km). El trazado se realizó para que las magnitudes más grandes aparezcan en la parte superior (Zúñiga *et al.*, 2017).

**SUB3:** Esta es una zona de eventos de subducción de fuerte acoplamiento poco profundos ( $h < 40$  km). Se trata de una zona de transición en la convergencia de las placas de Cocos-Norteamericana. El límite occidental está basado en un cambio brusco de sismicidad, las características generales de las fuentes sísmicas y en la diferencia en rasgos tectónicos que se presentan alrededor de los  $99^{\circ}$ W de longitud. Han ocurrido dos eventos importantes en el siglo XIX, el 11 de mayo de 1870 ( $M_s=7.9$ ) y el 2 de noviembre de 1894 ( $M_s=7.4$ ). En el siglo pasado se tienen los terremotos del 17 de junio de 1928; 23 de agosto de 1965 y 29 de octubre de 1978 de magnitud 7.8. Estos sismos afectaron principalmente la ciudad de Oaxaca, mientras que el daño en la Ciudad de México fue menor.

**SUB4:** En esta zona ocurren sismos de poca profundidad ( $h < 40$  km). Se trata de una zona de eventos de subducción de fuerte acoplamiento entre la convergencia Cocos-Caribe. La frontera occidental de esta zona corresponde al lugar donde la subducción cambia de inclinación, ya que el ángulo de subducción varía de  $15^{\circ}$  en promedio, al oeste de este punto, a aproximadamente  $35^{\circ}$  en promedio hacia el este. También corresponde a un cambio en la placa suprayacente, de Norteamérica a Caribe. La zona de Wadati-Benioff que corresponde a esta región, permanece aproximadamente continúa hacia el sur hasta el norte de Costa Rica. La zona SUB4 comprende la porción costera del occidente de Oaxaca y la totalidad de la de Chiapas. Los eventos más grandes en esta zona tuvieron lugar el 23 de septiembre de 1902 cuya magnitud oscila entre 7.6 y 7.8 (Engdahl y Villaseñor, 2002; Guzmán-Speziale, 2010); el 1 de enero de 1904 ( $M_s=7.7$ ) y el 13 de noviembre de 1972 ( $M_s=7.0$ ).



**IN2:** Los eventos son de profundidad intermedia ( $40 \text{ km} \leq h < 255 \text{ km}$ ). Se trata de una zona de eventos intraplaca. Es una zona de transición de la placa de Cocos y corresponde a la continuación en profundidad de la región SUB3. Los mecanismos focales corresponden a falla normal con eje de tensión paralelo a la trinchera. Se caracteriza porque los eventos de profundidad entre 60 y 100 km ocurren a mayor distancia de la trinchera que en las zonas vecinas. Ocurrieron eventos importantes en la zona el 3 de febrero de 1911 ( $M_s=7.2$ ); el 10 de febrero de 1928 ( $M_s=7.7$ ); el 15 de enero de 1931 ( $M_s=8.0$ ) y el 26 de julio de 1937 ( $M_s=7.0$ ). Más recientemente, encontramos el sismo del 28 de agosto de 1973 ( $M_s=7.3$ ) de Córdoba-Orizaba (Veracruz); el sismo ocurrido cerca de Huajuapán de León, Oaxaca, del 10 de octubre de 1980 ( $M_s=7.0$ ); el del 30 de septiembre de 1999 ( $M_s=7.4$ ) y también en esta región ocurrió el sismo devastador del 19 de septiembre de 2017 ( $M_s=7.1$ ). El gran terremoto de 1931 ha sido determinado como un evento de fallamiento normal (Singh et al., 1985a), este tipo de eventos antepone un gran riesgo para los centros de población del centro de México.

**IN3:** Corresponde a eventos de profundidad intermedia ( $40 \text{ km} \leq h < 460 \text{ km}$ ). Es una zona de eventos intraplaca. Esta región corresponde a la continuación en profundidad de la zona SUB4. La zona comprende la transición de la subducción de Cocos por debajo de Norteamérica, a subducción bajo la placa de Caribe. Debido al cambio de inclinación del ángulo de subducción, los eventos ocurren más cercanos a la trinchera. La densidad de sismicidad umbral es mucho mayor que en la vecina región IN2, y su distribución es más homogénea. Durante el siglo pasado, 8 sismos con  $M_s \geq 7.0$  han tenido lugar en el área. Por ejemplo: el 23 de septiembre de 1902 ( $M_s=7.8$ ); el 30 de marzo de 1914 ( $M_s=7.2$ ); el 7 de septiembre de 1915 ( $M_s=7.4$ ); el 6 de agosto de 1942 ( $M_s=7.9$ ) y el 21 de octubre de 1995 ( $M_s=7.1$ ). En esta zona ocurrió más recientemente el sismo del 7 de septiembre de 2017 ( $M_s=8.2$ ).

**NAM:** Esta zona presenta eventos poco profundos ( $h < 20 \text{ km}$ ). Se trata de una zona de eventos intraplaca (cortical NOAM), al sureste de México. Esta zona comprende la actividad somera que tiene lugar en la placa continental al sur de la Faja Volcánica Transmexicana. A pesar de que el nivel de actividad para magnitudes se encuentra uniformemente distribuido a lo largo de gran parte de la zona, existe una mayor tasa de sismicidad en la zona del Istmo de Tehuantepec. La mayoría de los eventos son de fallamiento normal. En el periodo instrumental se han registrado cuatro sismos de  $M_s \geq 7.0$ . El más grande ocurrió el 14 de diciembre de 1936 con una magnitud estimada de  $M_s=7.0$ . Ya que todos estos sismos tuvieron lugar antes de 1950, la estimación de sus profundidades es cuestionable.

### **Relación de Gutenberg-Richter**

La relación de Gutenberg-Richter (relación G-R) representa una relación lineal entre la magnitud ( $m$ ) y el logaritmo del número de sismos ( $N$ ) y su, en términos de las constantes  $a$  y  $b$ . Esta relación se define como:

$$\log N (\geq m) = a - bm$$

$$N (\geq m) = 10^{(a-bm)}$$

donde  $N(\geq m)$  es el número acumulado de eventos en una región durante una ventana de tiempo específica, con magnitudes mayores o iguales que  $m$ ;  $a$  y  $b$  son constantes positivas.

La constante o mejor conocida como valor- $b$  es igual a la pendiente de la recta que mejor se acomoda a la parte lineal de la relación G-R, es decir, el exponente de la ley de potencia. La constante es una medida del nivel de sismicidad regional, es decir nos dice el total de eventos esperados en una región (Kossobokov y Keilis-Borok, 2000). Así, la relación Gutenberg-Richter describe la distribución relativa de magnitudes sobre el área de interés. Existe una relación inversa entre el valor- $b$  y el nivel de esfuerzo, dado que un menor valor- $b$  implica una menor pendiente en la relación G-R, se tiene un número mayor de eventos de magnitudes grandes con relación a la cantidad de eventos menores, implicando una concentración de esfuerzos mayor en la zona; de la misma forma, valores- $b$  grandes implican una concentración de esfuerzo menor (e.g. Zúñiga y Wyss, 2001; Wiemer y Wyss, 1997; Wiemer y Wyss, 2002).

El valor- $b$  varía de una región a otra, pero en un ambiente tectónico típico varía de 0.6 a 1.0 (Frohlich y Davis, 1993; Gutenberg y Richter, 1949, 1954; Lay y Wallace, 1995). Para los enjambres sísmicos, el valor- $b$  es a menudo significativamente más alto que los valores tectónicos típicos (Legrand *et al.*, 2004) y el valor- $b$  en regiones volcánicas es comúnmente mayor que en las regiones tectónicas [Francis, 1968b].

Además, el valor- $b$  se utiliza para determinar las tasas de excedencia de aceleración a fin de evaluar el peligro sísmico en una determinada zona (Zúñiga y Wyss, 2001). Es decir, qué tan frecuentemente se generan en una fuente sismos de magnitud superior a la especificada. La forma general de la ecuación para el cálculo de la tasa de excedencia, para la magnitud  $M$ , es la siguiente:

$$\lambda(M) = \lambda_0 \frac{e^{-bM} - e^{-bM_U}}{e^{-bM_0} - e^{-bM_U}}$$

donde  $\lambda_0$ ,  $b$  y  $M_U$  son parámetros diferentes para cada fuente y  $M_0$  es la magnitud por encima de la cual el catálogo está completo (Ramírez y Toledano, 2004). Los parámetros, sin embargo, son estimados a partir de los valores- $b$  originales para cada región sismotectónica.

Por otro lado, conocer el valor- $b$  con una menor incertidumbre permite estimar los tiempos de recurrencia (Trec) para eventos de una magnitud específica; por ejemplo, mayor que 7.0 en cierta área de interés. Este dato permite determinar si existen periodicidades o repeticiones de ocurrencia en la zona.

### **Cálculo de los tiempos de recurrencia**

Los periodos de recurrencia ( $PR$ ) para sismos de una magnitud específica se calcula mediante la ecuación:

$$PR = P_t / 10^{(a-bM)}$$

donde  $P_t$  es el periodo de tiempo empleado en la estimación, mientras que en el denominador se tiene el número de eventos ocurridos en dicha ventana de tiempo.  $M$  es la magnitud de interés para la cual se quiere calcular el  $PR$  (comúnmente  $M \geq 7.0$ ).



**Cálculo del valor-b**

El valor-b se calcula con la siguiente ecuación:

$$b = \frac{\log(e)}{([M]) - (M_c - \Delta M_{bin}/2)}$$

donde  $[M]$  es la magnitud media de la muestra y  $\Delta M_{bin}$  es la dimensión o ancho del intervalo mínimo (comúnmente tiene un valor de 0.1, ya que las magnitudes sísmicas se dan hasta con un decimal) y  $e$  es el número de Euler.

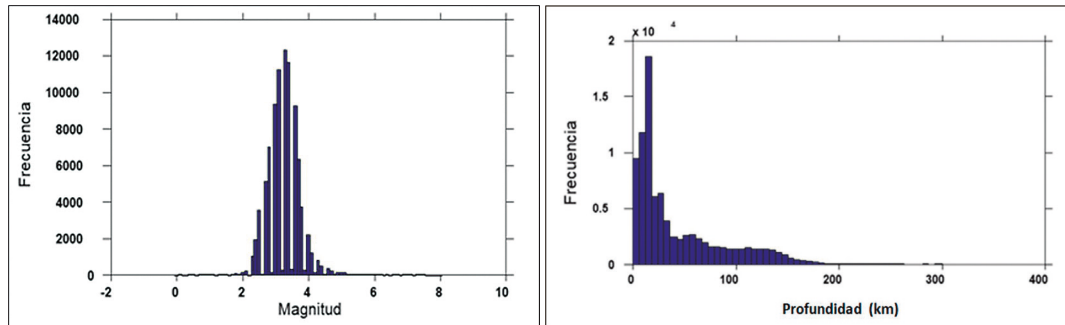
**Datos**

El catálogo utilizado corresponde a los datos sísmicos de 1987 a 2021, obtenidos de la página del SSN, entre las latitudes mínima de 13.9°N y máxima de 18.8°N y las longitudes mínimas de 98.8°W y máxima de 93.3°W. En total el catálogo contiene 90,034 sismos, con magnitudes entre 2.0 y 8.2 y profundidades entre 0 y 300 km.

Dado que el SSN reporta los eventos con magnitud mayores o iguales que 5.0 con la magnitud de momento ( $M_w$ ), se evitó la necesidad de convertir de una escala de magnitud a otra para este rango de magnitudes.

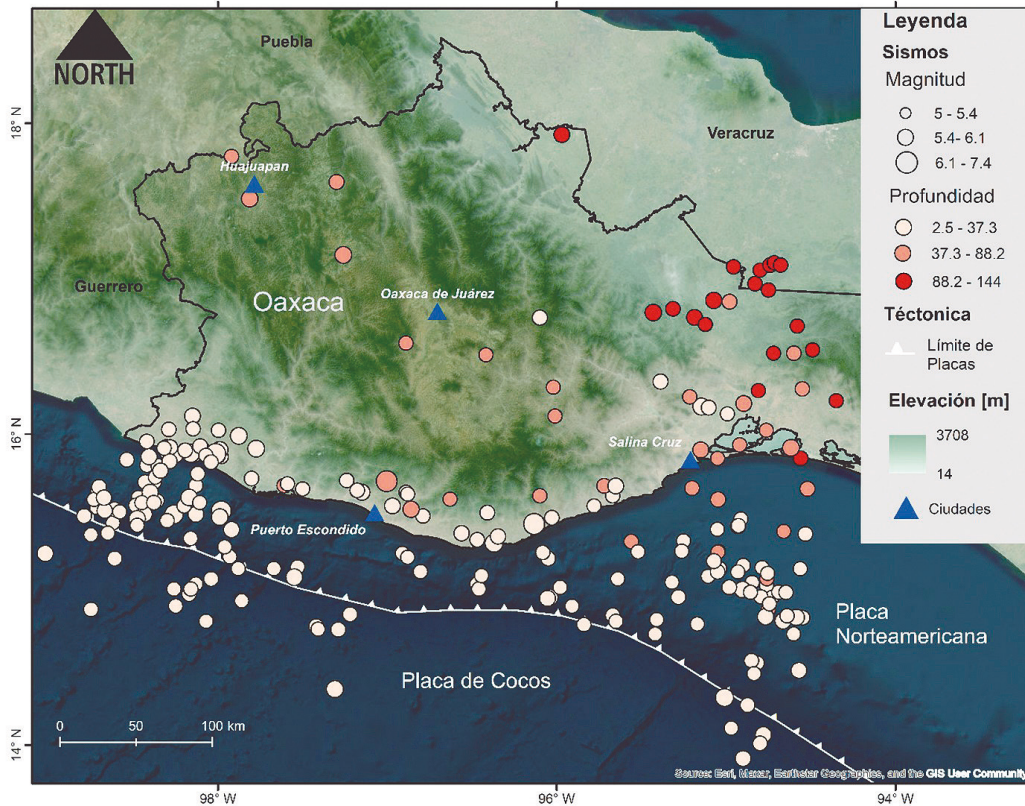
Mientras que para sismos reportados con magnitud menores que 5.0, se tuvo que homogenizar el catálogo utilizando la siguiente ecuación:  $M_w = (5.58 \pm 0.29) - (0.68 \pm 0.10)M_s + (0.13 \pm 0.01)M_s^2$  para  $4.0 \leq M_s \leq 7.9$  (Sawires *et al.*, 2020).

El histograma de profundidad y de magnitud para el catálogo Oaxaca sin considerar réplicas (Figura 3) presenta una magnitud promedio de 3.5.



**Figura 3.** Izq. Histograma de magnitud sin considerar réplicas. Der. Histograma de profundidad sin considerar réplicas para el catálogo sísmico 1987-2021.

En la figura 4, se puede observar la distribución de la sismicidad del estado de Oaxaca, dentro del periodo 1987-2021. Solo se graficaron los sismos mayores a 5.0  $M_w$  para una mejor visualización del peligro sísmico con la cobertura actual de los sismómetros del SSN.



**Figura 4.** Mapa de la sismicidad con magnitud mayor o igual que 5.0 del estado de Oaxaca, desde el año 1987 al 2021. El tamaño y color del círculo indican la magnitud y profundidad del sismo, siendo los de color rojo los de mayor profundidad.

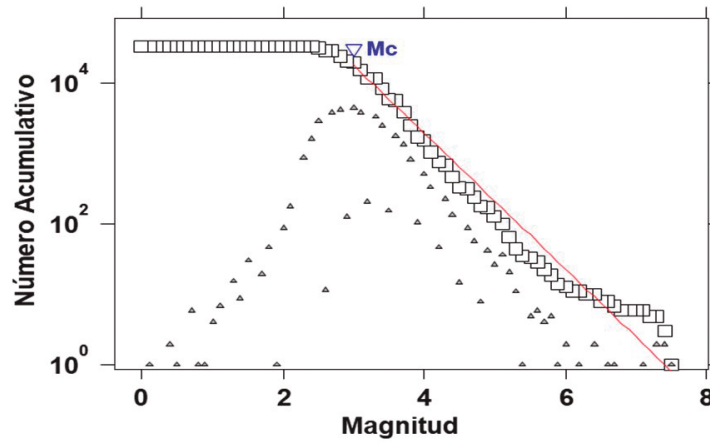
## Resultados

### Zona SUB3

Se presenta la gráfica de Gutenberg-Richter que se obtuvo para la zona SUB3 del catálogo de Oaxaca sin considerar las réplicas (ver figura 5). Es posible ver de esta figura que la magnitud de corte tiene un valor  $M_c=3.0$ , lo que indica que el catálogo sísmico está completo a partir de esta magnitud para esta zona en específico.

Además, los resultados indican un valor-b igual a  $0.97 \pm 0.04$  y un periodo de recurrencia para un sismo de magnitud mayor o igual a 6.5 de  $4.6396 \pm 1.9053$  años (ver tabla 2).

La zona SUB3 presentó el menor valor de  $M_c$ , valor-b y  $PR$  en comparación con las demás regiones analizadas en este trabajo.



Estimación de máxima verosimilitud, Incertidumbre por la técnica Bootstrapping  
 valor  $b=0.97\pm 0.04$ , valor  $a=7.17$ , valor  $a$  (anual)=5.63  
 Magnitud de la Completitud =  $3.5\pm 0.5$

**Figura 5.** Gráfica de la relación Gutenberg-Richter para la zona SUB3 (sin réplicas).

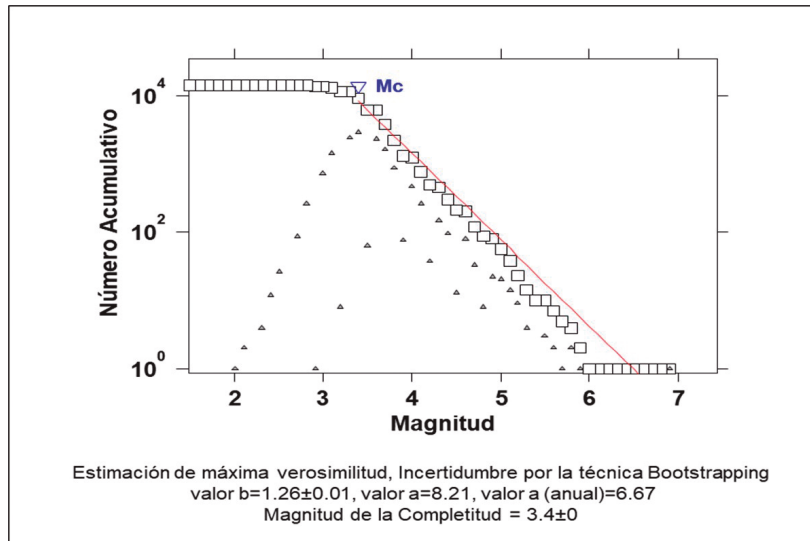
En la tabla 2, se presentan los tiempos de recurrencia para diferentes magnitudes: 6.0, 6.5, 7.0 y 7.5. Se observa que aumenta el *PR* conforme la magnitud es mayor.

ZONA SUB <sub>3</sub>		
M <sub>z</sub>	No. eventos M > M <sub>z</sub>	para eventos M <sub>z</sub> (años)
6.0	22.3872	1.5187±5.3729
6.5	7.3282	4.6396±1.9053
7.0	2.3988	14.1736±0.67167
7.5	0.78524	43.2991±0.23557

**Tabla 2.** Periodos de recurrencia para la zona SUB3 con diferentes magnitudes, donde M<sub>2</sub> es la magnitud de los sismos analizada.

**Zona SUB4**

En la figura 6 es posible ver que la magnitud de corte tiene un valor de  $M_c=3.4$  y un valor-*b* de  $1.26\pm 0.01$  para la zona SUB4 del catálogo homogeneizado en la magnitud de momento del estado de Oaxaca. Con respecto al resultado para el periodo de recurrencia para un sismo de magnitud mayor o igual a 6.5, éste fue de  $32.4697\pm 0.068063$  años (ver tabla 3).



**Figura 6.** Gráfica de la relación Gutenberg-Richter para la zona SUB4 (sin réplicas).

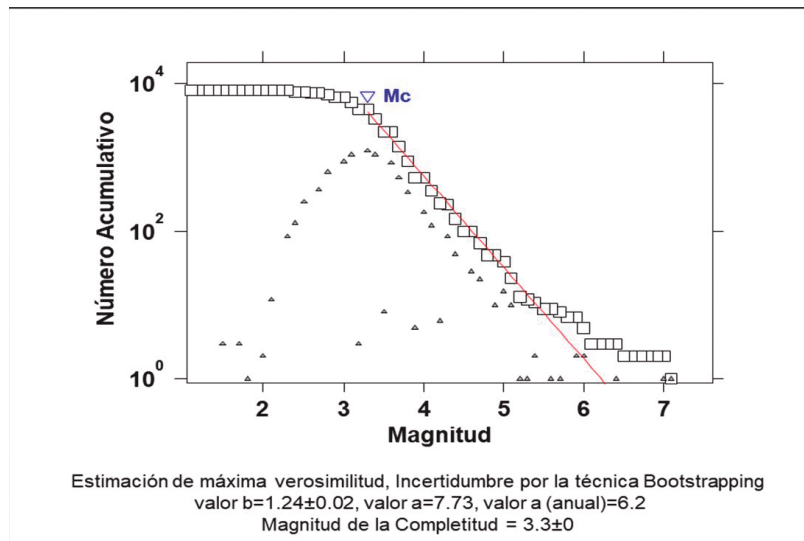
En la tabla 3, se presentan los tiempos de recurrencia para diferentes magnitudes: 6.0, 6.5, 7.0 y 7.5.

ZONA SUB <sub>4</sub>		
M <sub>z</sub>	No. eventos M > M <sub>z</sub>	para eventos M <sub>z</sub> (años)
6.0	4.4668	7.6117±0.26801
6.5	1.0471	32.4697±0.068063
7.0	0.24547	138.5093±0.017183
7.5	0.057544	590.8523±0.0043158

**Tabla 3.** Periodos de recurrencia para la zona SUB4 con diferentes magnitudes, donde M<sub>z</sub> es la magnitud de los sismos analizada.

### Zona IN2

El resultado de la relación de Gutenberg-Richter para la zona IN2 se muestra en la figura 7. Es posible observar de la gráfica que la magnitud de corte tiene un valor de  $M_c=3.3$  y un valor-b de  $1.24\pm0.02$ . En la tabla 4 se puede encontrar el tiempo o periodo de recurrencia resultante para un sismo de magnitud  $\geq 6.5$  igual a  $72.6907\pm0.050806$  años.



**Figura 7.** Gráfica de la relación Gutenberg-Richter para la zona IN2 (sin réplicas).

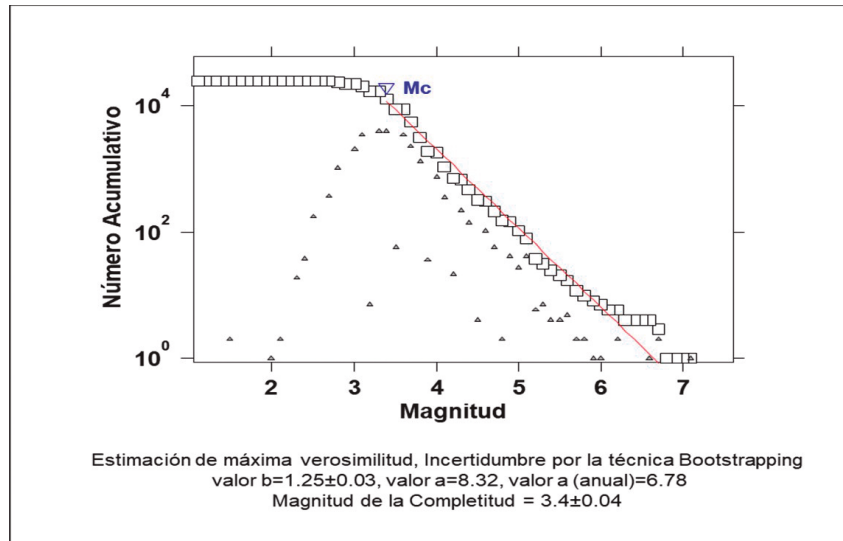
En la tabla 4, se presentan los tiempos de recurrencia para diferentes magnitudes:6.0, 6.5, 7.0 y 7.5.

ZONA IN2		
M2	No. eventos M > M2	PR para eventos M2 (años)
6.0	1.9498	17.4373±0.23398
6.5	0.46774	72.6907±0.050806
7.0	0.1122	303.0253±0.015708
7.5	0.026915	1263.2198±0.0040373

**Tabla 4.** Tiempos de recurrencia para la zona IN2 con diferentes magnitudes, donde M2 es la magnitud de los sismos analizados.

### Zona IN3

Los resultados de la relación G-R indican que el valor-b es de  $1.25 \pm 0.03$  y el  $M_c = 3.4$  (Figura 8). Para esta región, el tiempo de recurrencia para un sismo de magnitud mayor o igual a 6.5 es  $PR = 21.701 \pm 0.30552$  años (Tabla 5).



**Figura 8.** Gráfica de la relación Gutenberg-Richter para la zona IN3 (sin réplicas).

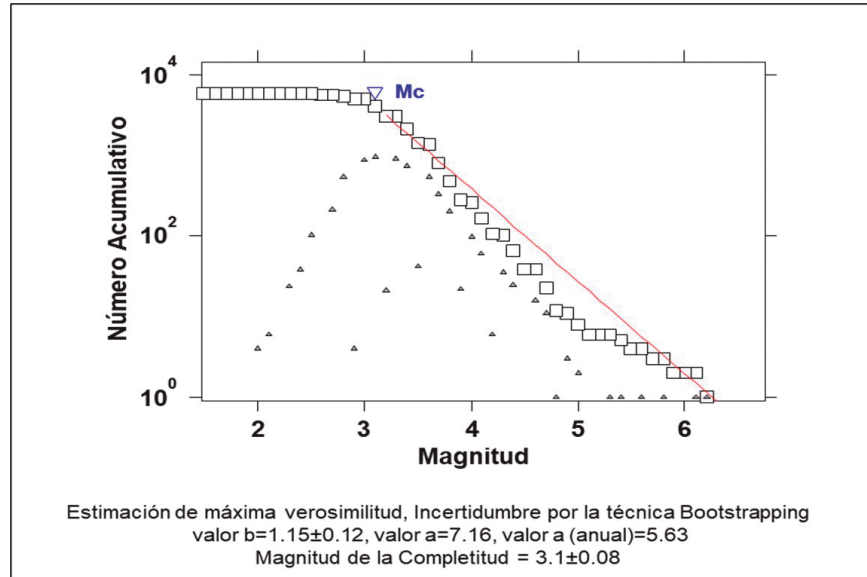
En la tabla 5, se presentan los de tiempos de recurrencia para diferentes magnitudes: 6.0, 6.5, 7.0 y 7.5.

ZONA IN <sub>3</sub>		
M <sub>2</sub>	No. eventos M > M <sub>2</sub>	PR para eventos M <sub>2</sub> (años)
6.0	6.6069	5.1461±1.1892
6.5	1.5668	21.701±0.30552
7.0	0.37154	91.5122±0.078022
7.5	0.088105	385.9037±0.019824

**Tabla 5.** Tiempos de recurrencia para la zona IN3 con diferentes magnitudes., donde M<sub>2</sub> es la magnitud de los sismos analizados.

**Zona NAM**

La gráfica de Gutenberg-Richter muestra un valor  $M_c=3.1$  y un valor-b igual a  $1.15±0.12$  (ver figura 9). En esta zona los resultados indican que el tiempo de recurrencia para un sismo de magnitud mayor o igual a 6.5 es de  $PR=70.2229±0.37765$  años (ver tabla 6).



**Figura 9.** Gráfica de la relación Gutenberg-Richter para la zona NAM (sin réplicas).

En la tabla 6, se presentan los tiempos de recurrencia para diferentes magnitudes analizadas: 6.0, 6.5, 7.0 y 7.5.

ZONA NAM		
Mz	No. eventos M > Mz	PR para eventos Mz (años)
6.0	1.8197	18.6844±1.3102
6.5	0.48417	70.2229±0.37765
7.0	0.12882	263.924±0.10821
7.5	0.034277	991.9252±0.030849

**Tabla 6.** Tiempos de recurrencia para la zona NAM con diferentes magnitudes, donde Mz es la magnitud de los sismos que va desde 6.0 hasta 7.5.

### Discusiones y conclusiones

Zúñiga et al., (2017) analizaron un catálogo sísmico homogeneizado en la magnitud de ondas superficiales ( $M_s$ ) desde 1985 al 2014 y sus valores en las zonas de subducción para el valor-b fueron menores a uno, mientras que en este trabajo de tesis se realizaron pruebas con un catálogo sísmico homogeneizado en la magnitud de momento ( $M_w$ ) desde 1987 a 2021 con valores-b mayores a 1. Esta variación podría deberse a las distintas homogeneizaciones en magnitud utilizadas; a los diferentes periodos de tiempo de análisis; a la relajación del estado de esfuerzo en zonas vecinas debido a la ocurrencia del sismo del 7 de septiembre de 2017 y a la gran cantidad de energía liberada en la fuente.

Este aumento en el valor-b podría indicar que el sismo del 7 de septiembre de 2017 relajó el estado de esfuerzos en las zonas vecinas (SUB3, SUB4, IN1, IN2, NAM) y como consecuencia resultó en un aumento del valor-b debido a que fue un sismo de gran magnitud ( $8.2 M_w$ ) y a la gran cantidad de energía liberada en la fuente (Ye et al., 2017). Este sismo intraplaca se localizó a 45 km de profundidad (SSN, 2017) cuyo plano de falla normal es casi vertical, debido a que la placa de Cocos se encuentra bajo un esfuerzo tensional, esto provoca la transmisión de esfuerzos hacia la corteza continental (Suárez y Aguilar, 2019; Calò, 2021).

## Conclusiones

Se estudió el catálogo sísmico de Oaxaca homogeneizado en la magnitud de momento ( $M_w$ ) y sin réplicas, mediante los métodos de Máxima Curvatura para calcular la magnitud de corte y Máxima Verosimilitud para estimar el valor-b, a partir de las gráficas de frecuencia-magnitud construidas en el software ZMAP. Por último, para cada región se calcularon los periodos de recurrencia, con base al valor-b, y se hicieron pruebas para distintas magnitudes: 6.0, 6.5, 7.0 y 7.5. Las conclusiones principales son:

- Para las regiones de las zonas de subducción (SUB3 y SUB4) los resultados indican un mayor número de eventos sísmicos de magnitud mayor a 6 que en cualquier otra región. Debido a la gran cantidad de datos se tienen muy buenas estimaciones del valor-b para SUB3 es de  $0.97 \pm 0.04$  y para SUB4 es de  $1.26 \pm 0.01$  y de los periodos de recurrencia para un sismo de magnitud mayor o igual a 6.5 para SUB3 es de  $4.64 \pm 1.91$  años y para SUB4 es de  $32.5 \pm 0.07$  años. Por tanto, con base en los resultados del valor-b y del periodo de recurrencia, la zona de mayor peligro sísmico es la zona SUB3, corroborando la existencia del fuerte acoplamiento entre las placas de Cocos y Norteamericana.
- En las regiones IN2 e IN3, los valores-b calculados son relativamente parecidos:  $1.24 \pm 0.02$  y  $1.25 \pm 0.03$  respectivamente. El periodo de recurrencia en IN2 para un sismo de magnitud mayor o igual a 6.5 es de  $72.7 \pm 0.05$  años. La zona IN3 resultó con un tiempo de recurrencia para un sismo de magnitud mayor o igual a 6.5 de  $PR = 21.7 \pm 0.30$  años. En consecuencia, la principal diferencia se presenta en los periodos de retorno obtenidos. Por lo que el número de eventos ocurridos ( $M \geq 6.5$ ) es diferente para estas dos regiones. Es decir, la sismicidad en IN3 es mayor que en la región vecina IN2.
- Los resultados en la región NAM indicaron que hay pocos eventos sísmicos de mayor magnitud y se obtuvo un tiempo de recurrencia más grande (decenas de años) a diferencia de las otras regiones. Sin embargo, no hay que olvidar que los temblores someros son los que mayor daño causan a las poblaciones debido a la poca profundidad a la que se originan. Por lo que, se recomienda seguir instrumentando las zonas con vacancia de sensores sísmicos para mejorar los cálculos de los periodos de recurrencia y así contribuir en las recomendaciones que se hacen a los reglamentos de construcción de los municipios oaxaqueños para reducir daños y pérdida de vidas.



## Bibliografía

- Calò, M. (2021). Tears, windows, and signature of transform margins on slabs. Images of the Cocos plate fragmentation beneath the Tehuantepec isthmus (Mexico) using Enhanced Seismic Models. *Earth and Planetary Science Letters*, 560, 116788.
- Dewey, J.W. y Suárez, G. (1991). Seismotectonic of Middle America, en *Neotectonics of North America: Decade map Volume 1*, Slemmons, D.B., Engdahl, E.R., Zoback, M.D. and Blackwell, D.D., eds., Geological Society of America, Boulder, Colorado, 309-321.
- Engdahl, E.R. y Villaseñor, A. (2002). Global Seismicity: 1900-1999. In: Lee, W.H.K., Kanamori, H., Jennings, P.C., Kisslinger, C. (Eds.), *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology*, Cap. 41, Parte A, 665-690.
- Francis, T. (1968b). Seismicity of mid-oceanic ridges and its relation to properties of the upper mantle and crust, *Nature*, 220, 899-901.
- Frohlich, C., y Davis, S. C. (1993) Teleseismic b values: or much ado about 1.0, *Journal of Geophysical Research*, 98, 631-644.
- Gutenberg, B. y Richter, C. (1944). Frequency of earthquakes in California, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 34, 185-188, doi:10.1038/156371a0.
- Gutenberg, B. y Richter, C. (1954). *Seismicity of the Earth and Associated Phenomena*, 2nd ed. Princeton University Press, Princeton, NJ, EUA.
- Guzmán-Speziale (2010). Beyond the Motagua and Polochic faults: Active strikeslip faulting along the Western North America-Caribbean plate boundary zone, *Tectonophysics*, 496, 17-27
- Kossobokov, V.G. y Keilis-Borok, V.I. (2000). Implications of a Statistical Physics Approach for Earthquake Hazard Assessment and Forecasting. *Pure Appl. Geophys.*, 157, 11, 2323-2349
- Legrand, D., Villagómez, D., Yepes, H., y Calahorrano, A. (2004). Multifractal dimension and b value analysis of the 1998-1999 Quito swarm related to Guagua Pichincha volcano activity, *Journal of Geophysical Research*, 109(B1), doi:10.1029/2003JB002572
- Mendoza Ponce, Avith del Refugio (2012). Estudio de la estabilidad del valor b para regiones sismotectónicas de México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez, P.A. y Toledano, F.X. (2004). Bases técnicas para el cálculo de la prima y pérdida máxima probable en los seguros de terremoto en México. Aplicación a estructuras tipo casa de mampostería. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla
- Sawires *et al.* (2020). Western Mexico seismic source model for the seismic hazard assessment of the Jalisco-Colima-Michoacán region.
- Suárez, G., Aguilar, S. (2019). The subduction zone in the Isthmus of Tehuantepec: A region affected by the compressional stress induced by the subduction of the Tehuantepec Ridge. *GEOS, Unión Geofísica Mexicana*. 39(2): 292.
- Servicio Sismológico Nacional, UNAM. Sismo del 23 de junio de 2020, costa de Oaxaca (m 7.4). [http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2020/SSNMX\\_rep\\_esp\\_20200623\\_Oaxaca-Costa\\_M75.pdf](http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2020/SSNMX_rep_esp_20200623_Oaxaca-Costa_M75.pdf)
- Servicio Sismológico Nacional, UNAM 2018.

- SSN (2017): Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Reporte Especial del Sismo de Tehuantepec (2017-09-07 23:49 Mw 8.2).
- Singh, S.K., Suárez, G. y Domínguez, T. (1985<sup>a</sup>). The Oaxaca, Mexico, earthquake of 1931: Lithospheric normal faulting in the subducting Cocos plate. *Nature*, 317, 56-56.
- Velázquez-Bucio, M. M., Ferrario, M. F., Muccignato, E., Porfido, S., Sridharan, A., Chunga, K., ... & Michetti, A. M. (2021). Environmental effects caused by the Mw 8.2, September 8, 2017, and Mw 7.4, June 23, 2020, Chiapas-Oaxaca (Mexico) subduction events: Comparison of large intraslab and interface earthquakes. *Quaternary International*.
- Wiemer, S. y Wyss, M. (1997). Mapping the frequency-magnitude distribution in asperities: An improved technique to calculate recurrence times?. *J. Geophys. Res.*, 102, 15115-15128.
- Wiemer, S. y Wyss, M. (2002). Mapping spatial variability of the frequency-magnitude distribution of earthquakes. *Advances in Geophysics*, 45
- Wyss, M., Shimazaki, K., y Wiemer, S. (1997). Mapping active magma chambers by b-values beneath the off-Ito volcano, Japan, *Journal of Geophysical Research*, 102, 20413-20422.
- Wyss, M., Schorlemmer, D., y Wiemer, S. (2000). Mapping asperities by the minimal of local recurrence time: San Jacinto-Elsinore fault zones, *Journal of Geophysical Research*, 105, 7829-7844.
- Ye, L., Lay, T., Bai, Y., Cheung, K. F., Kanamori, H. (2017). The 2017 Mw 8.2 Chiapas, Mexico, earthquake: energetic slab detachment. *Geophysical Research Letters*. 44(23): 11-824.
- Zúñiga, F.R. y Wyss, M. (2001). Most- and Least-Likely Locations of Large to Great Earthquakes along the Pacific Coast of Mexico Estimated from Local Recurrence Times Based on b-Values. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 91, 6, 1717-1728.
- Zúñiga, F. R., Suárez, G., Figueroa-Soto, Á., & Mendoza, A. (2017). A first-order seismotectonic regionalization of Mexico for seismic hazard and risk estimation. *Journal of Seismology*, 21(6), 1295-1322.



## Semblanzas

### **Patricia Abraján Hernández**

Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
patricia.abrajan@unicach.mx

Ingeniera química de profesión egresada del Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez con Maestría en Salud Ambiental y enfermedades transmisibles de la Escuela de Medicina de la Universidad Autónoma de Chiapas. Académica desde hace 20 años en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, en el Instituto de Ciencias Biológicas, ha participado en múltiples cursos y talleres como instructora en la divulgación de la ciencia dirigido a niños y jóvenes. Además, de participar en proyectos de investigación socio ambientales en las diferentes regiones del Estado de Chiapas.

### **Edgar Daniel Calvo López**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas al 649117021@unicach.mx

Estudió la Licenciatura en Ciencias de la Tierra en el Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IIGERCC) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Actualmente se desempeña como subdirector en la Gerencia Operativa del Comité de Cuencas “Lagunas de Montebello” del H. Ayuntamiento de La Trinitaria, Chiapas; donde efectúa acciones ecológicas para el manejo integral de la cuenca “Lagunas de Montebello”, dentro de las cuales destacan: gestión de recursos de diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales en pro del ambiente, concientización de la ciudadanía en la protección, restauración y conservación de los recursos naturales de la cuenca apegados a las políticas y leyes federales en materia ambiental para conducir al municipio al desarrollo sustentable.

### **Josue Cruz Damián**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Egresado de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas de los años 2014-2018. Realizo su tesis bajo el proyecto: “Cuantificación a exposición térmica por movilidad, mediante un registrador de bajo costo en la vía principal de la ciudad Tuxtla Gutiérrez, Chiapas”. Actualmente labora en Gestoría y Servicios del Sureste, realizando Programas Internos de Protección Civil para diversos inmuebles, así como en la elaboración de planos arquitectónicos para determinar rutas de evacuación, instalación de equipo de seguridad y señalizaciones internas y externas para reducción de posibles riesgos internos, además de realizar el ingreso de dichos programas internos ante las autoridades municipales y estatales pertinentes.

### **Emmanuel Díaz Nigenda**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

emmanuel.diaz@unicach.mx

Es Ingeniero Químico por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; realizó sus estudios de posgrado en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en la que obtuvo el grado de Maestro en Ingeniería en el campo de conocimiento "Ambiental" y posteriormente, el grado de Doctor en Ciencias de la Tierra en el área de fisicoquímica atmosférica. A partir de su incorporación al Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IIGERCC) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, comienza a trabajar en temas relacionados a la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminación atmosférica. Con base en sus áreas de interés, ha desarrollado proyectos relacionados a la cuantificación de emisiones de GEI y otros contaminantes, así como al monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Actualmente forma parte del Cuerpo Académico "Cambio Climático y Contaminación Atmosférica" adscrito al IIGERCC.

### **Marcelino García Benítez**

Investigador por México comisionado al Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

marcelino.garcia@unicach.mx

Marcelino García Benítez es Licenciado en Geografía por la Facultad de Filosofía y Letras, (UNAM); Maestro en Estudios de Población en el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades en la (UAEH) y Doctor en Urbanismo por la Facultad de Planeación Urbana y Regional, (UAEMex). Actualmente es Investigador CONAHCYT por México asignado al Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático en la UNICACH. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Ha participado en 7 proyectos de investigación, publicado 8 artículos científicos y/o divulgación, 6 capítulos de libros, 3 libros de divulgación y participado en 12 dictámenes de artículos de investigación para distintas instituciones nacionales e internacionales incluidas en el catálogo indexado del CONAHCYT. Así mismo, ha dirigido 2 tesis de licenciatura, 8 tesis de maestría y participado como asesor en 5 comités tutorales de maestría y 1 de doctorado. Ha impartido cursos, talleres y conferencias aplicadas desde las Líneas de investigación del Riesgo y vulnerabilidad socioambiental urbana a distintas escalas geográficas, Habitabilidad urbana, Población y medio ambiente, Impacto de fenómenos hidrometeorológicos y climáticos y Problemas socioambientales actuales.

### **Elí Obed Gutiérrez Solís**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

al649116008@unicach.mx

Licenciado en Ciencias de la Tierra (2020), por el Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Actualmente es estudiante de Maestría en Gestión de Riesgos y Cambio Climático en la UNICACH. Ha participado como analista geoespacial y supervisor de campo en dependencias gubernamentales municipales, estatales y federales. Ha impartido cursos del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la evaluación de riesgos. Sus áreas de interés son: Paisajes físico-geográficos, Geoecología, aplicación de los SIG en la identificación de riesgos, degradación ambiental y cambio en la cobertura vegetal.

### **Deysi Ofelmina Jerez Ramírez**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
deysi.jerez@unicach.mx

Profesora investigadora de tiempo completo (Titular A) del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la UNICACH, Chiapas, México. Investigadora Nivel I del Sistema Nacional de Investigadores de México (SIN-Conacyt). Doctora en ciencias políticas y sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con maestría en trabajo social (UNAM) y licenciatura en trabajo social por la Universidad Industrial de Santander (Colombia). Reconocida con el premio de investigación Serge Moscovici 2019 a mejor tesis internacional de doctorado en representaciones sociales. Cuenta con una estancia de investigación en la Pontificia Universidade Católica de São Paulo, Brasil. Es miembro de Latin American Studies Association (LASA) y de la Sociedad Colombiana para la Gestión del Riesgo de Desastres (SCGRD). En el año 2018 fue invitada por el Jet Propulsion Laboratory (JPL) de la NASA para impartir una conferencia sobre "Sociological implications of the colonization of Mars" (implicaciones sociológicas de la colonización de Marte). Ha desarrollado en México, junto con un grupo de expertos, la aplicación SIESGO: aplicación web y móvil que muestra en tiempo real mapas digitales de las zonas de vulnerabilidad y riesgo de una población, con base en encuestas realizadas directamente a los pobladores y utilizando dispositivos móviles inteligentes.

### **Mariely Cristal Lara Salvador**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
al649121008@e.unicach.mx

Graduada de la licenciatura en Ciencias de la Tierra de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) en 2014 y egresada, en el año 2022, de la Maestría en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la misma institución. Entre 2015 y 2016, laboró como Técnico de Proyecto y Técnico Académico en el Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la UNICACH. Así mismo, laboró como docente en la Universidad Intercultural de Chiapas y en la escuela Secundaria Técnica Industrial 109 Palenque, municipio Salto de Agua, Chiapas. Participó

como ponente en el V Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencias de la Tierra de la UNAM (2014), en la serie de conferencias en conmemoración al Día Mundial del Medio Ambiente (2018 y 2019) realizada en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos de Chiapas (CE-CYTE) y participó en el Espacio Académico Interactivo del PINCC-UNAM (2023).

### **Ariosto López Alegría**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
ariosto.lopez@unicach.mx

Ariosto López Alegría, de nacionalidad mexicana, es Licenciado en Ciencias de la Tierra de profesión, por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, y maestro en Geociencias y Planificación del Territorio por el Instituto en Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. En sus líneas de trabajo e investigación se ha interesado en el análisis espacial y percepción remota, enfocados a trabajos de modelos de cambios de cubiertas y usos de suelos, así como de la evaluación de servicios ambientales y la relación con los peligros asociados a los procesos de remoción en masa.

Cuenta con una publicación de artículo en la revista sociedad y ambiente del ECOSUR, precisamente en la identificación y modelación de los patrones de deforestación. Ha participado como ponente en diferentes eventos de divulgación científica realizados por instituciones educativas públicas y sector privados como el INVAF-FECOVAL. Ha colaborado en diferentes áreas de aplicación de las ciencias como en la construcción de documentos de Ordenamiento Territorial, manifiestos de impactos ambientales y propuestas de evaluación de servicios ambientales. Actualmente, colabora como docente en el Instituto de investigaciones en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (UNICACH) en la licenciatura en Ciencias de la Tierra y la maestría en Gestión de Riesgos y Cambio Climático.

### **Avith Mendoza Ponce**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
avith.mendoza@unicach.mx

La Dra. Avith Mendoza Ponce estudió la Licenciatura en Ciencias Físico-Matemáticas en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Maestría y Doctorado en Ciencias de la Tierra en la UNAM. Cuenta con publicaciones y memorias en extenso en revistas científicas de nivel nacional e internacional en las líneas de investigación de Sismología y Geoestadística. Ha impartido diversos cursos y una tesis dirigida a nivel licenciatura. Actualmente, colabora como Profesora-Investigadora de tiempo completo en el Centro de Monitoreo Vulcanológico y Sismológico del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la UNICACH y como Secretaria de Difusión en la mesa directiva de la Unión Geofísica Mexicana.



### **Horacio Morales Iglesias**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

horacio.morales@unicach.mx

Doctor en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es miembro del Sistema Nacional de Investigación nivel 1 de CONAHCYT. En el 2009 se integra a la planta docente del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, en donde, ha impartido cursos de pregrado y maestría; además, ha desarrollado la línea de investigación en Geografía del Paisaje y Geodiversidad. Es autor y coautor de diversos artículos científicos y capítulos de libro sobre temas del paisaje físico-geográfico aplicado a la planificación territorial y contaminación atmosférica. Ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

### **Sandra Urania Moreno Andrade**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

sandra.moreno@unicach.mx

Directora del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas del 2022 al 2026. Doctora en Ecología y Desarrollo Sustentable por El Colegio de la Frontera Sur, Maestra en Administración Integral del Medio Ambiente por el Colegio de la Frontera Norte, Licenciada en Biología por la Universidad Veracruzana. Con treinta años de experiencia en docencia e investigación en universidades públicas y privadas. Actualmente dirige tesis de doctorado, maestría y de licenciatura en las áreas de gestión de riesgos, cambio climático, impacto ambiental y conservación de la biodiversidad. Forma parte de organizaciones ambientalistas en Chiapas, como el Fondo de Conservación El Triunfo y ha coordinado varios trabajos relacionados con ordenamiento ecológico territorial en algunos municipios del estado de Chiapas; ha formado parte y colaborado en la constitución de Comités de Protección Civil municipal. Actualmente imparte clases de Economía del Riesgo en la Maestría en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la UNICACH.

### **Stephanie Carolina Navarro Mora**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

al649121013@e.unicach.mx

Licenciada en Ciencias de la Tierra y Maestra en Gestión de Riesgos y Cambio Climático por el Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas con beca CONACHCYT durante los estudios de maestría.

Desde el 2015, se ha desempeñado como consultora y ha participado activamente en diversos proyectos con la calidad del agua, conservación y restauración ambiental de ríos, educación

ambiental, Planes Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU) y Planes de Seguridad del Agua (PSA) Municipales. Además, ha compartido su conocimiento a través de la enseñanza en áreas como ciencias, geografía y educación ambiental.

Su contribución a la investigación se refleja en la publicación de un artículo científico y/o de divulgación para una institución nacional que forma parte de la Red de Desastres Asociados a los Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESClim)-CONAHCYT, con un enfoque en la construcción socioambiental del riesgo. En la actualidad, desempeña funciones en la Comisión Nacional del Agua.

### **José Francisco Pinto Castillo**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

jose.pinto@unicach.mx

Técnico Académico Titular del Laboratorio de Geografía ambiental, Secretario Académico y Profesor de asignatura del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgo y Cambio Climático de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Licenciado en Informática. Cursó una maestría en administración y el Doctorado en Desarrollo Educativo. Se ha especializado en sistemas de información geográfica y análisis espacial, procesos educativos y generación de dispositivos lúdicos para la enseñanza de ciencias de la tierra. Ha participado en diversos proyectos financiado por CONACyT e instituciones internacionales en temas como: análisis espacial, sistemas de información geográfica y modelación de riesgos, conjuntamente con el grupo The Vulnerability and Risk Analysis & Mapping (VRAM) de la OMS, modelación de amenazas naturales y biológicas en escenarios de cambio climático dentro del Centro Regional de Investigación en Salud Pública, Tapachula Chiapas. Co-autor del libro E-atlas para los riesgos de desastres, aplicación a México, metodologías y procesos de implementación, publicado por Códice Roseta. Asesor de proyectos que han participado en la Feria de Ciencias e Ingenierías organizada por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas, obteniendo el 2do y 3er lugar en la etapa estatal, y su participación en la etapa nacional. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores a partir del 2023.

### **Luis Giovanni Ramírez Sánchez**

Investigador por México comisionado a El Colegio Mexiquense A.C.

lramirez@cmq.edu.mx

Doctor en Geografía por el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental CIGA-UNAM-Morelia y Posdoctorado por la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Investigador por México CONAHCYT comisionado a El Colegio Mexiquense A. C. Integrante del claustro de tutores de la Maestría en Desarrollo Municipal de El Colegio Mexiquense A. C. Miembro del seminario de investigación "Estudios Estratégicos del Estado de México", perteneciente a El Colegio Mexiquense A. C. Integrante del

proyecto Estación de Inteligencia Territorial: CHRISTALLER<sup>®</sup>. Sus líneas de investigación se relacionan, con los paisajes urbanos, marginación social, justicia espacial y gentrificación. Evaluador de trabajos científicos en las revistas *Perspectiva Geográfica* (Colombia), *Agricultura, Sociedad y Territorio* (Colegio de Posgraduados), *Economía, Sociedad y Territorio* (El Colegio Mexiquense A. C.) y *Quivera Revista de Estudios Territoriales* (Universidad Autónoma del Estado de México).

### **Gildardo Talavera Cervantes**

Tecnológico Nacional de México, Campus Tacámbaro

El Ing. Gildardo Talavera Cervantes estudió la Ingeniería en Geociencias con especialidad en Energías Alternas en Tecnológico Nacional de México, Campus Tacámbaro. Actualmente, se encuentra cursando la Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT), UMSNH, Morelia, Michoacán.

### **Williams Vázquez Morales**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

williams.vazquez@unicach.mx

Ingeniero Químico egresado del Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez, cuenta con una Maestría y un Doctorado en Ciencias de la Tierra por parte del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra y de la Maestría en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IIGERCC) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores Nivel I de CONAHCYT. Sus líneas de investigación están enfocados a la Modelación Meteorológica a escala Urbana, Calidad del Aire, Islas de Calor Urbano, manejo de Vehículos Aéreos no Tripulados para la meteorología urbana, Innovación de instrumentación meteorológica e inventarios de emisiones. En la cual ha dirigido tesis de licenciatura y maestría, colaborado en proyectos de investigación para el estudio de problemáticas socioambientales presentes en Ciudades del Estado de Chiapas. Actualmente forma parte del Cuerpo Académico "Cambio Climático y Contaminación Atmosférica" adscrito al IIGERCC.

### **Andrea Venegas Sandoval**

Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

andrea.venegas@unicach.mx

Bióloga de formación por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) obtuvo la medalla Chiapas, otorgada al promedio más alto de la generación. Maestra en Ciencias por El Colegio de la Frontera Sur y Doctora en Ciencias con orientación en Agroecología y Sociedad por esta misma institución. Actualmente participa como profesora investigadora de tiempo

completo en la Licenciatura en Ciencias de la Tierra y como integrante del cuerpo académico de Cambio Climático y Contaminación Atmosférica del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la UNICACH. Cuenta con el reconocimiento a Perfil Deseable (PRODEP-SEP) y forma parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI 1). Ha coordinado y participado en distintas iniciativas de educación ambiental y de promoción de las vocaciones científicas. Cuenta con diversas publicaciones y ha dirigido diversas tesis de licenciatura y de maestría sobre la dinámica de sistemas socioambientales, desde la perspectiva de la agroecología, así como de Educación ambiental para la gestión de riesgos y el cambio climático que son las líneas de investigación que desarrolla.

## Rectoría

Mtro. Juan José Solórzano Marcial  
RECTOR

Dra. Magnolia Solís López  
SECRETARÍA GENERAL

Mtro. Rafael de Jesús Araujo González  
SECRETARIO ACADÉMICO

Lic. Enrique Pérez López  
DIRECTOR GENERAL DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Dra. Sandra Urania Moreno Andrade  
DIRECTORA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIOS CLIMÁTICOS

**Colección  
Jaguar**



**UNICACH**

*Temas selectos de riesgo socioambiental  
en el sureste de México*

Se terminó de imprimir durante el mes de abril de 2024 en MM&R digital S. A. de C. V., Teléfono: (55) 56-88-60-85, Naucalpan de Juarez, Estado de México, con un tiraje de 65 ejemplares. El diseño tipográfico estuvo a cargo de Salvador López Hernández, la corrección de Luciano Villarreal Rodas. El cuidado de la edición fue supervisada por la Oficina Editorial de la UNICACH, durante el rectorado de Mtro. Juan José Solórzano Marcial

**E**sta obra aborda desde distintas perspectivas científicas el tema de riesgo socioambiental en el sureste de México, una región de elevada riqueza natural y cultural pero con notables diferencias sociales; es resultado del pensamiento colectivo de especialistas unicachenses adscritos a los Institutos de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, y de Investigadores por México del CONAHCYT asignados a esta casa de estudios y al Colegio Mexiquense A.C.

Los siete capítulos que integran el libro están referidos a estudios de caso e investigación aplicada; en donde, las y los autores través de métodos novedosos exponen una serie de resultados y reflexiones sobre las relaciones que entrelaza el binomio sociedad-naturaleza en un contexto territorial. Esta información permite una mejor comprensión del fenómeno y contribuye a la reducción del riesgo.

La obra además de contribuir al fortalecimiento de la planificación territorial de la región, pretende ser útil a los estudiantes y docentes de licenciatura y posgrado en el área de Ciencias de la Tierra, Geografía, Geociencias, Gestión de Riesgos y Cambio Climático.



ISBN: 978-607-543-214-4

