

ISSN 2992-7269

REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES

NUEVA ÉPOCA
EL COLEGIO DEL ESTADO DE HIDALGO

LOS NUEVOS RETOS DEL DESARROLLO:
RUMBO A LA TRANSFORMACIÓN
EN LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO

ENERO-JUNIO • 23

COMITÉ EDITORIAL

Revista de Estudios Regionales "Nueva Época"

DIRECCIÓN

Dr. Pablo Elías Vargas González
Director General
El Colegio del Estado de Hidalgo

COORDINACIÓN

Dra. Patricia Catalina Medina Pérez
Jefa Editora de la Revista de Estudios Regionales
Nueva Época
El Colegio del Estado de Hidalgo

EDICIÓN

Dra. Enid Adriana Carrillo Moedano
Jefa Editora del Consejo Editorial
El Colegio del Estado de Hidalgo

Dr. Pablo Elías Vargas González
El Colegio del Estado de Hidalgo

Dr. Carlos Roberto Martínez Assad
Instituto de Investigaciones Sociales Universidad
Nacional Autónoma de México

Dra. Margarita Rosa Camarena Luhrs
Instituto de Investigaciones Sociales,
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Javier Delgadillo Macías
Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad
Nacional Autónoma de México

Dr. José Gasca Zamora
Instituto de Investigaciones Económicas,
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Héctor Manuel Cortez Yacila
El Colegio de Tlaxcala, México

Dr. Adolfo Sánchez Almanza
Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad
Nacional Autónoma de México

Dr. Germán Vazquez Sandrin
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dr. Maximiliano Gracia Hernández
El Colegio del Estado de Hidalgo

Dr. Edgar Manuel Castillo Flores
El Colegio del Estado de Hidalgo

Dr. Edgar Iván Roldán Cruz
El Colegio del Estado de Hidalgo

REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES, año 1, no. 1, enero-junio 2023, es una publicación semestral Editada por El Colegio del Estado de Hidalgo, Parque Científico y Tecnológico del Estado de Hidalgo, Edificio Tecnología. Bldv. Circuito La Concepción No. 3, C.P. 42162, Ex Hacienda de la Concepción. San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. <http://www.elcole-giodehidalgo.edu.mx/> Editor responsable. Patricia Catalina Medina Pérez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No.04-2022-120512154400-102 ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Fecha de última actualización 01 de agosto de 2023.

Contenido

Editorial	3
Prólogo	4
Evaluación y rehabilitación de ciclovías en el marco de la movilidad sustentable y segura. El caso Pachuca de Soto, Hidalgo	7
<i>López-Bustos, L., Gracia-Hernández, M; L & Cortez-Yacila, H.</i>	
Los programas de transferencias condicionadas en México: Progresá, Oportunidades y Prospera (1997-2019)	40
<i>Badillo-Flores, P.</i>	
Las periferias metropolitanas: un acercamiento a su estudio. El caso del área urbana de Pachuca y Mineral de la Reforma en el Estado de Hidalgo	63
<i>Ramírez-Avilés, J. & Solís-Murcia, G.</i>	
Impacto de el fenómeno El Niño en la precipitación y agricultura del estado de Hidalgo, México	81
<i>Quiroz-Jiménez, J D; Debajyoti-Roy, P; Castelán Hernández C. & Islas Sanjuán, A.</i>	
Flood risk in northern basin of Río de las Avenidas in Pachuca's Metropolitan Core using multicriteria decision analysis and GIS	103
<i>Tapia-Fernández, H.J & Medina-Pérez, P.C.</i>	
Políticas públicas para el desarrollo: Sistema de Ciencia y Tecnología para el estado de Tlaxcala	127
<i>Cazarín-Martínez, A.</i>	
Experiencia de incidencia en la red agroalimentaria maguey-aguamiel-pulque	150
<i>Roldán-Cruz, E. & Medina-Mendoza, C.</i>	
Revista Semestral de Estudios Regionales: los cimientos de una nueva época	165
<i>Medina-Pérez, P.C.</i>	
Atlas regional de riesgo ambiental y vulnerabilidad social en la sierra Otomí-Tepehua	168
<i>Zúñiga-Jimenez, O.</i>	
Nuestros autores	171

Las transformaciones del sistema mundial que inciden en el nivel planetario prácticamente en todos los rubros, proporcionan panoramas y escenarios que requieren y demandan el conocimiento y la indagación de múltiples enfoques y perspectivas. Se trata de una nueva geopolítica y la presencia de nuevos actores y procesos que configuran diversas experiencias de territorialización internas, externas y transversales entre los Estados y el sistema-mundo.

Con la *Revista de Estudios Regionales Nueva Época* inauguramos una nueva era en formato y contenidos, así como la búsqueda de una amplia convocatoria para reconocer los estudios de frontera en materia de procesos socio-territoriales en el siglo XXI.

La gobernanza global, concertación de intereses y proyectos que se ha configurado a lo largo de décadas ha tenido como eje predominante la circulación de capital, las materias primas, *comodities*, y traslado de cadenas de producción que enfatizó la escala nacional sujetando a las regiones y la escala local. En este escenario no pueden quedar fuera las demandas de economías y regiones emergentes y periféricas. Si bien las tensiones Este-Oeste siguen siendo una realidad, con las guerras regionales, las relaciones Norte-Sur son de mayor apremio.

En este primer número se presentan estudios que abordan los diferentes fenómenos asociados al crecimiento socioespacial, movilidad urbana, la emergencia de temas socioambientales, las relaciones urbano-rurales en su vínculo de producción agrícola, y el análisis de políticas públicas de programas federales y locales. Tanto los artículos y ensayos de este primer número responden a un alto rigor académico y una estricta selección y revisión editorial. Nuestro compromiso es mantener y mejorar la calidad y la pluralidad de enfoques.

La complejidad de la sociedad actual se muestra en una amplia gama de dimensiones, escalas, niveles y problemas que se superponen, en lo global/ local, en lo económico y social, en las políticas públicas que inciden de manera vigorosa en los territorios. En este tenor queremos que este proyecto sea una contribución a dar una perspectiva crítica y propositiva de ese gran mosaico “glocal”, una revalorización de los aspectos espacio-territoriales y de ser posible alentar nuevos proyectos de investigación y de reinterpretación de los problemas acuciantes en el momento actual y futuro inmediato.

Dr. Pablo Elías Vargas González
Director General de El Colegio del Estado de Hidalgo



PRÓLOGO

La producción de los estudios urbano regionales en México responde a las grandes transformaciones que ha experimentado nuestro país. Dicha tendencia se ha conservado en la actualidad, pues favorece el surgimiento de líneas de investigación multidisciplinarias a partir de temas como el desarrollo urbano, el desarrollo regional, políticas públicas y procesos económicos. Lo anterior sucede bajo la premisa de que el proceso de desarrollo de una economía es discontinuo, ya que se generan nuevos retos que superar y nuevas necesidades que cubrir (Rózga, 2002) especialmente en países en desarrollo, como el nuestro. En este sentido, una de las dimensiones relevantes de este proceso de desarrollo es la espacial, en la que se revelan desigualdades regionales, concentración económica y la existencia de centralidades.

Portal coyuntura, la publicación *Revista de Estudios Regionales Nueva Época (RERNE)* representa un aporte actualizado y aleccionador para comprender las realidades y problemáticas regionales que surgen en la región centro de México. Esta revista ofrece a los lectores temas de interés social y académico, que se presentan con una visión amplia y de alto rigor en el estudio de los procesos socio territoriales actuales desde miradas diversas que confluyen en el reconocimiento de los problemas regionales desde el análisis de temas urbanos, a través

de temas como movilidad urbana sustentable, políticas públicas, contextos metropolitanos y riesgos socioambientales.

A pesar de tales diversidades y problemáticas sociales, en el primer número de RERNE, el hilo conductor es la perspectiva regional. Los artículos publicados son el resultado del trabajo colegiado del equipo editorial, diseño y de la disposición de los revisores. Este primer número abre con un artículo científico que versa sobre la movilidad sustentable desde una evaluación de ciclovías en Pachuca, Hidalgo. El segundo artículo revisa los impactos de los programas de transferencia condicionadas en México en el combate a la pobreza. Un tercer artículo presenta una aproximación al contexto metropolitano de Pachuca y sus periferias, desde una perspectiva territorial. El cuarto y quinto artículos se inscriben en la temática medioambiental: el cuarto estudia el impacto de los efectos del cambio climático en el sector agrícola del estado de Hidalgo y el quinto emplea sistemas de información geográfica para determinar el riesgo de inundaciones en la cuenca del Río de las Avenidas.

Los artículos de reflexión tratan sobre un panorama sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología del Estado de Tlaxcala y la participación de los investigadores como generadores de desarrollo. El segundo artículo de reflexión plantea la experiencia en la red agroalimentaria maguey-aguamiel-pulque, desde la legislación existente. En la sección de reseñas, se presenta la primera época de la Revista Semestral de Estudios Regionales y el Atlas regional de riesgo ambiental y vulnerabilidad social en la sierra Otomí-Tepehua.

Agradezco sinceramente a los autores, revisores, editores, equipo de diseño quienes, con su trabajo y experiencia, han permitido que la Revista de Estudios Regionales pueda iniciar con su proceso de crecimiento en esta nueva época. Enhorabuena por este comienzo.

Patricia Catalina Medina Pérez
Jefa Editora de la Revista de Estudios Regionales Nueva Época



ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Evaluación y rehabilitación de ciclovías en el marco de la movilidad sustentable y segura. El caso Pachuca de Soto, Hidalgo

<https://doi.org/10.59307/terne1.19>

López-Bustos, L., Gracia-Hernández, M; L & Cortez-Yacila, H.

<https://orcid.org/0000-0003-3174-8006>

<https://orcid.org/0000-0003-2343-4103>

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue identificar las variables de infraestructura que limitan el uso de las ciclovías ubicadas en Pachuca de Soto, Hidalgo. Se parte de la hipótesis que señala la existencia de ciclovías inconexas, inseguras, con gran desgaste energético y escaso equipamiento urbano, lo que provoca su escasa utilidad. Para demostrar lo anterior se utiliza una metodología mixta, cualitativa y cuantitativa, con recorridos y análisis visual del aspecto físico de la infraestructura y mediante la opinión de 382 encuestados (cantidad obtenida a través de un cálculo muestral) elegidos aleatoriamente ubicados en torno a las ciclovías trabajadas. Finalmente, se elabora una propuesta de rehabilitación de ciclovías, la cual se considera, fomentará el mayor uso de las mismas.

Palabras clave: *ciclovía, bicicleta, infraestructura ciclista, movilidad sustentable.*

Evaluation and rehabilitation of cycle paths within the framework of sustainable and safe mobility. The case of Pachuca de Soto, Hidalgo

López-Bustos, L., Gracia-Hernández, M; L & Cortez-Yacila, H.

Abstract

The objective of this research was to identify the infrastructure variables that limit the use of bike paths located in Pachuca de Soto, Hidalgo. It is based on the hypothesis that indicates the existence of unconnected, unsafe cycle paths, with great energy consumption and little urban equipment, which causes their low utility. To demonstrate the above, a mixed, qualitative and quantitative methodology is used, with routes and visual analysis of the physical aspect of the infrastructure and through the opinion of 382 respondents (quantity obtained through a sample calculation) randomly chosen located around the bike lanes. worked. Finally, a proposal for the rehabilitation of bicycle lanes is prepared, which is considered to encourage greater use of them.

Key words: *bicycle Lane, bicycle, bicycle infrastructure, bicycle lane.*

Introducción

La movilidad sustentable en los países subdesarrollados se convirtió en un reto a alcanzar desde finales del siglo XX. Los problemas ambientales y de salud se acentuaban cada vez más como resultado del acelerado crecimiento demográfico en las ciudades, acompañado de la alta preferencia por el transporte motorizado, impulsada por políticas públicas que buscan aumentar la competitividad y los beneficios económicos en las ciudades, olvidándose del beneficio ambiental.

En este contexto, a partir del 2010, el gobierno local de Pachuca de Soto intentó posicionar las ciclovías como una alternativa de movilidad compatible con las necesidades ambientales y de salud que demanda la ciudad, construyendo las primeras ciclovías en la ciudad. Sin embargo, la estrategia resultó ser la construcción de ciclovías desde un aspecto lúdico-deportivo en lugar de enfocarlas hacia una alternativa de movilidad urbana cotidiana.

En este artículo se muestra que tal percepción de los ciudadanos de Pachuca de Soto se deriva del hecho de advertir una infraestructura ciclista inconexa, insegura y con carencia de equipamiento urbano, lo que lleva a su abandono e impide priorizar el transporte sostenible en armonía con el medio ambiente.

El objetivo de este artículo es mostrar que las ciclovías en el municipio de Pachuca de Soto pueden ser una alternativa de movilidad sustentable con buena aceptación de los habitantes de la ciudad, que contribuyan a reducir el uso del automóvil y al mejoramiento de la calidad de vida, siempre y cuando se implementen con elementos de modernidad estratégica y se rediseñen con un enfoque integral que considere el equipamiento urbano y la seguridad física del usuario.

Se analiza la infraestructura ciclista existente y la aceptación o rechazo por parte de los usuarios; también se identifican los aspectos críticos que deben ser modificados y, finalmente, se realiza una propuesta de rehabilitación y modificación a la infraestructura ciclista actual. Se emplea una metodología mixta, considerando datos cuantitativos y cualitativos, obtenidos mediante registros de organismos oficiales y aplicación de encuestas en el ámbito micro social.

Este artículo se compone de tres apartados: en el primero se muestra el marco teórico-conceptual que aborda los temas de movilidad urbana sustentable; en el segundo se hace un análisis geográfico, topográfico y sociodemográfico de Pachuca de Soto, y se realiza una síntesis sobre la infraestructura actual a través de los niveles de estrés por tráfico e indicadores de la iniciativa para la movilidad urbana Céntrica; en el tercer apartado se muestra el marco metodológico, los resultados del trabajo de campo y la propuesta de un posible replanteamiento con mayor conexión entre las ciclovías existentes.

Movilidad urbana sustentable por ciclovías: enfoques teóricos y conceptuales

La Real Academia Española (RAE) define a la ciudad como el conjunto de calles y edificios que son regidos por un ayuntamiento con una población densa y numerosa, dedicada comúnmente a actividades no agrícolas (RAE, 2022).

Las ciudades están constituidas por elementos que en conjunto son denominados estructura urbana, es decir, la distribución de los usos de suelo, localización, jerarquía y la relación con las redes de transporte. La estructura urbana condiciona la movilidad y ésta, a la vez, condiciona cambios en la forma de la ciudad (Castro, 2014). La ciudad debe estar articulada correctamente para que sus espacios sean funcionales e incluyentes.

Habermas (1991), reconoce a la ciudad como el espacio público donde la sociedad y el poder se hacen visibles; un espacio que entre más abierto sea para todos, constituirá una expresión de su nivel de democratización política y social. En este sentido, un espacio público es considerado un espacio abierto; un manifiesto del derecho a la ciudad que busca la igualdad social (Serrano, 2018). Para lograr esto, debemos de crear espacios donde todos los habitantes, con distintas edades, capacidades, posiciones económicas, etc., tengan acceso al espacio urbano que haga posible una movilidad urbana libre y sin obstáculos en concordancia con la democratización del espacio público.

En este último sentido, la democratización política y social del espacio permitirá concebirlo, como lo menciona Jordi Borja, como una expresión de los derechos de los ciudadanos y de democracia territorial. Si este espacio no es integrador, fuerte, articulado física y simbólicamente, la ciudad se disuelve y, por ende, se tendría una democracia pervertida. En esta línea de pensamiento, todo el proceso de las libertades, individuales y colectivas, retrocede y se interrumpe debido a la codicia, la exclusión y el egoísmo, superando los valores ciudadanos (Borja, 2012).

Movilidad Urbana

Se reconoce como movilidad urbana a la capacidad de los individuos para ir de un lugar a otro, persiguiendo un determinado fin. Es considerado un derecho en tanto es una condición del funcionamiento de la vida diaria de las personas (Landon, 2013); asimismo, la Constitución Política de México reconoce como un derecho para los ciudadanos a la movilidad en condiciones de

seguridad vial, eficiencia, sostenibilidad, accesibilidad, inclusión, igualdad y de calidad (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM], 2020).

Para lograr una buena movilidad urbana se requiere de infraestructura apta que conecte todos los nodos para no quedar aislados, y garantizar así que la infraestructura sea totalmente funcional; con lo anterior, resalta la necesidad de establecer un sistema de movilidad urbana multimodal, es decir, que los habitantes tengan la infraestructura necesaria para que se trasladen a través de múltiples medios de transporte convenientes a sus capacidades y necesidades.

Movilidad Sustentable

Desarrollo sostenible

El término de movilidad sustentable se asocia con el término sostenibilidad o desarrollo sostenible o duradero, el cual es formalizado en 1987 por el informe Brundtland, dentro de la Comisión Mundial de medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas; es definido como el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo- CM-MAD-, 1987). Posteriormente, en la Segunda Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, se sumó a la definición la perspectiva que señala al desarrollo como elemento que debe apoyarse en tres niveles: el progreso económico, la justicia social y el cuidado del medio ambiente. Por esta razón, la movilidad urbana sustentable debe favorecer la economía, colaborar con el medio ambiente, buscar la cohesión social y propender a incrementar la calidad de vida de los habitantes.

En estas condiciones resalta la importancia de la movilidad urbana no motorizada, en tanto ésta se entiende como el conjunto de desplazamientos que se llevan a cabo mediante el uso del transporte sin motor para su funcionamiento, dependiendo para tal fin únicamente de la fuerza motriz emitida por el cuerpo humano.

La movilidad no únicamente involucra el desplazamiento de personas o nodos de transporte, sino que también es un factor de equilibrio socioeconómico y central en la sociedad urbana, al tratarse del desplazamiento de mercancías y personas dentro de un espacio físico (Zaragoza, 2010).

Las ciclovías como alternativa de movilidad sustentable

Las ciclovías son carriles en el espacio público destinados exclusivamente a la circulación de las bicicletas. Son diseñadas de acuerdo al tipo y posicionamiento de las mismas. En México, se reconocen cinco tipos de ciclovías: a) las convencionales, que siguen el sentido del tráfico, se distinguen por las líneas que se pintan en el pavimento, específicamente del lado derecho, lo cual marca su área exclusiva de uso; b) aquellas que van contra el tránsito, pintadas de color amarillo, se ubican, además, en vías únicamente de un sentido y poco transitadas; c) las ciclo bandas, pintadas de un color totalmente diferente al del pavimento normal con el fin de diferenciarse de entradas de estacionamientos o espacios donde pueden entrar coches, las cuales van separadas del tráfico con algún elemento físico, con vallas o un pabellón. d) las de intersecciones, se pintan en las áreas cercanas a los cruces peatonales para que sea más fácil y seguro el cruce de los ciclistas, y, e) las paralelas, que son rutas exclusivas, cuentan con su propia infraestructura vial y están separadas de las carreteras, pero dentro de la ciudad (Kelman Desarrollos, 2020).

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SE-DATU) cataloga las ciclovías en función a la tipología de calle: a) Carril compartido ciclista, con un ancho entre 3.90 y 4.30m y una velocidad de operación vehicular entre 20-40 km/h. b) Carril prioritario ciclista, con un ancho de carril menor a 3m y una velocidad de operación vehicular entre 20 y 30 km/h. c) ciclocarril, con dimensión recomendada de 1.5m y una velocidad de operación vehicular entre 30-40 km/h, d) carril exclusivo para transporte público y bicicleta, con una dimensión entre 4.10 y 5m y una velocidad de operación vehicular menor a 50 km/h, e) ciclovía, con una dimensión de ancho de carril de 2 m y una velocidad de operación vehicular mayor a 30 km/h f) calles peatonales compartidas con ciclistas únicamente con una velocidad de operación vehicular de 10 km/h (SEDATU, et al., 2019.)

La bicicleta es un vehículo que, para su funcionamiento, requiere de la fuerza mecánica de una persona; por lo tanto, es un transporte limpio y armónico con la naturaleza. Según la Guía de la Movilidad Ciclista, la bicicleta es un medio de transporte eficaz, es pequeña, ligera, ecológica y silenciosa; es flexible para facilitar cambios de dirección, montarse o bajarse de ella; es fiable, puesto que el tiempo de recorrido es predecible en comparación con el automóvil; es económica, ya que representa una inversión muchas veces inferior a la de un automóvil; es accesible, porque pueden hacer uso de ella niños, hombres, mujeres y, personas de edad avanzada (PROBICI, 2010).

Los beneficios ambientales de la bicicleta son diversos al compararla con distintos modos de transporte. Tomando como referencia los valores de un auto sin catalizador (100 valor máximo), la bicicleta obtiene una puntuación de 8 en cuanto a consumo de espacio, una puntuación de 0 con respecto al consumo de energía primaria, CO₂, monóxidos de nitrógeno, hidrocarburos, CO y contaminación atmosférica total, y finalmente, una puntuación de 2 en lo referente al riesgo inducido por accidente (Dekoster, Scholloert, 2022).

En particular, en comparación con el automóvil, la bicicleta destaca en los beneficios ambientales, económicos, de salud, psicológicos y sociales. Sin embargo, el uso de la bicicleta aún presenta muchos riesgos por barreras interinstitucionales y políticas de seguridad y robo, por su limitada conectividad e intermodalidad, la escasa infraestructura adecuada, las cuestiones culturales y de imagen, así como barreras climáticas y topográficas que pueden reducirse o eliminarse con trabajo en conjunto (comunidad y tomadores de decisiones), pero para que esto suceda debe existir infraestructura apta que motive y promueva el uso de la bicicleta, por lo que deben ser diseñadas correctamente y ser conexas entre sí (Biskaia, 2016).

Es necesario enlazar las rutas dispersas e inconexas que actualmente ya existen (interconectarlas) y dar un sentido de continuidad a las infraestructuras ciclistas para que dejen de ser meramente testimoniales y de uso limitado y ligado al ámbito exclusivamente recreativo, y se conviertan de esta manera en una infraestructura territorial alternativa a las vías motorizadas (Bizkaia foru aldundia diputación foral, 2016, pág 5).

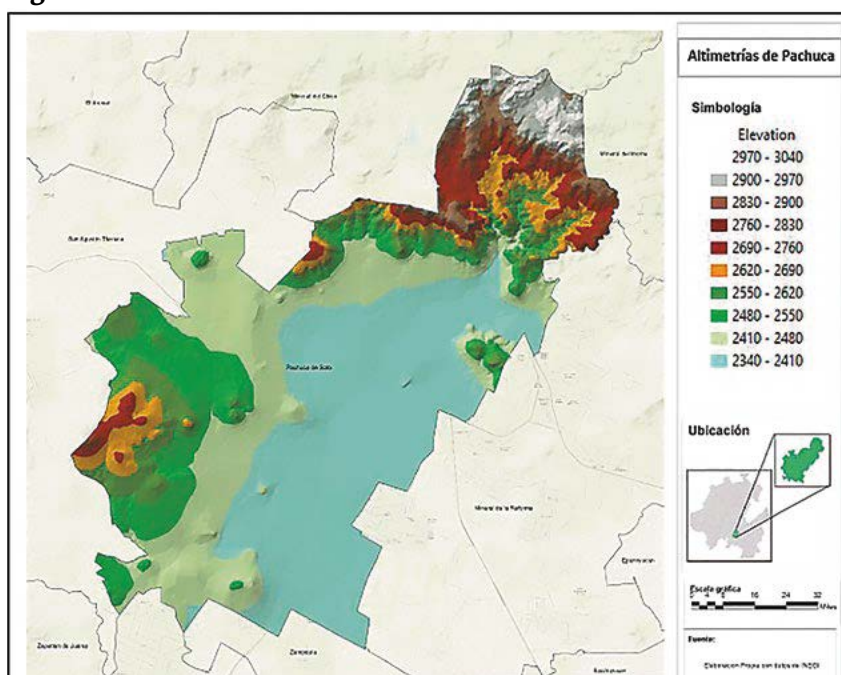
Pachuca de Soto: antecedentes históricos, marco legal e infraestructura ciclista.

Pachuca de Soto es la capital del estado de Hidalgo; su zona metropolitana es la de mayor auge económico y foco de atracción migratoria del estado. Se caracterizó a partir del año 1438 por la extracción de metales en sus montañas aledañas. Fue nombrada como capital del estado en 1869 por Benito Juárez (Programa Destinos México, 2022).

La traza urbana de Pachuca fue definida por su actividad minera y características topográficas; esto dio origen a una traza urbana tipo “plato roto” durante los años 1824-1949 (Muvipa, s.f.). Gracias a la minería, Pachuca se convirtió en punto de atracción debido a la búsqueda de oportunidades laborales y una mejor calidad de vida, lo cual contribuyó a que en la actualidad ya no disponga de territorio para crecer. El municipio cuenta con una superficie total de 154.01 km², correspondiente a un 0.74 % de la superficie del estado

de Hidalgo (Presidencia Municipal de Pachuca de soto, 2022). En su topografía presenta pendientes más pronunciadas en su región norte y en menor parte en la zona suroeste; deja el resto de la superficie con variación de niveles menos significativos, lo cual representa una ventaja a la hora de pensar en un sistema de transporte sustentable como las ciclovías o la peatonalidad. Los niveles más bajos están entre los 2,340 y los 2,410 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.); los niveles más altos están en la parte norte, entre los 2,970 y 3,040 m.s.n.m.

Fig.1 Altimetrías de Pachuca



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

Caracterización demográfica

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), de acuerdo a su Censo de Población y Vivienda para el 2020, señala que el municipio Pachuca de Soto tiene una población total de 314,331 personas, de las cuales 164,772 es población femenina, representando el 52.42% de la población total, y 149,559 de población masculina, que representa el 47.58% de la población total, lo que indica un predominio de población femenina en la capital de la entidad. Tiene una densidad poblacional de 2,041 personas/km², a diferencia del Estado de Hidalgo, que tiene una densidad poblacional de 148 personas/km² (INEGI, 2020).

De la población total de Pachuca, el 75.38% de los habitantes nacieron en la entidad y el 24.62% de la población fue inmigrante de otras entidades. Para el propósito que nos ocupa en este artículo debemos de considerar el fenómeno migratorio en las alternativas de movilidad, por su magnitud.

Marco legal estatal de la movilidad urbana sustentable

La movilidad urbana se encuentra respaldada en el estado bajo un marco legal que nos indica las pautas a seguir para lograr que todos los habitantes tengan las mismas oportunidades y ventajas para satisfacer la movilidad.

Ley General de movilidad y seguridad vial

La Ley general de movilidad y seguridad vial tienen por objeto establecer las bases y principios que garanticen el derecho a la movilidad con seguridad vial, accesible, eficiente, sostenible, con calidad inclusiva y con igualdad.

El objetivo específico número VIII busca establecer las bases para priorizar los modos de transporte de personas, mercancías y bienes, con menor costo ambiental y social, movilidad no motorizada, vehículos no contaminantes y la intermodalidad.

El cumplimiento de la ley tiene como finalidades principales la integridad física y prevención de lesiones de los usuarios, la accesibilidad, igualdad, una movilidad eficiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico, mejorar los servicios de transporte e infraestructura, etc. (Decreto por el cual se expide la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial publicado en el Diario Oficial de la Federación, 17 de mayo 2022).

Plan Estatal de Desarrollo

El Plan Estatal de Desarrollo, en su eje cinco, menciona la necesidad de un Hidalgo con desarrollo sostenible, equidad de servicios e infraestructura, y movilidad sostenible y eficiente; la política sectorial 6 de este instrumento hace referencia a la sostenibilidad, y expresa su objetivo de lograr un equilibrio entre el desarrollo social, económico y el cuidado del medio ambiente, a través del cumplimiento de distintas metas como: 1) proporcionar acceso a transportes seguros, accesibles, asequibles y sostenibles para todos; 2) aumentar la urbanización inclusiva y sostenible, además de la capacidad de planificación, gestiones participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos. Finalmente, 3) reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades mediante la gestión y calidad del aire (El Sol de Hidalgo, Gobierno del Estado de Hidalgo, 2020). Todo esto induce al desarrollo de acciones y estrategias en el estado que fomenten equitativamente distintos modos de transporte, favoreciendo los medios de movilidad que no dañen el medio ambiente y que tampoco afecten la economía de los habitantes.

Ley de Movilidad y Transporte

La Ley de Movilidad y Transporte tiene por objetivo brindar las bases para planificar, regular y gestionar la movilidad de las personas, bienes y los servicios auxiliares y conexos que operan en las vías públicas de competencia estatal (Decreto 467 publicado en el Periódico Oficial del Estado, el 31 de marzo 2023).

La Ley de Movilidad y Transporte es la base legal que debe garantizar que se cumplan las metas del Plan Estatal de Desarrollo, así como los programas que se deriven. Destaca la pirámide de movilidad en términos de importancia y prioridad en la movilidad urbana, que ubica en primer lugar a los peatones, y prioriza a las personas con discapacidad y con movilidad limitada; en segundo lugar, se encuentran los ciclistas, en tercer lugar, el transporte público, en cuarto lugar, el transporte de carga y, en quinto, los vehículos particulares (Decreto 467 publicado en el Periódico Oficial del Estado, 31 de marzo 2023).

Programa de Movilidad Sustentable

El programa de movilidad sustentable tiene por objetivo formular propuestas para mejorar el transporte público y cambiar la cultura sobre la movilidad, impulsando la movilidad activa, priorizando al peatón sobre todos los sistemas de transporte y, con ello, mejorar la dinámica social y el medio ambiente (Secretaría de Movilidad y Transporte y Secretaría Ejecutiva de la Política Pública Estatal, 2022).

Plan Municipal de Desarrollo 2020-2024

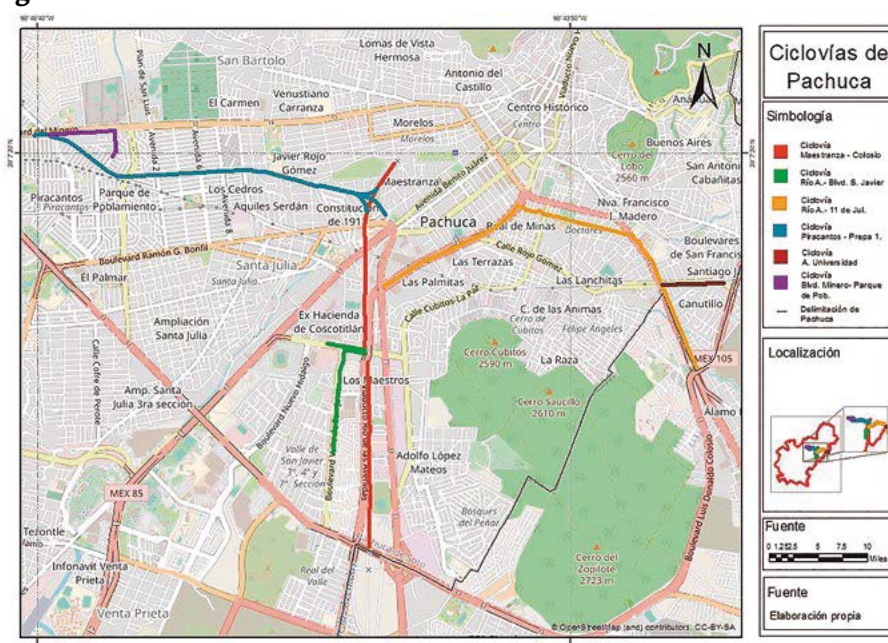
El Plan Municipal de Desarrollo establece una política sectorial de sostenibilidad, en la cual se desarrollen cinco objetivos estratégicos que atienden temas de protección del medio ambiente, flora y fauna, movilidad sostenible, planeación y ordenamiento, infraestructura sostenible, y servicios de calidad (Presidencia Municipal de Pachuca, 2022).

Este Plan Municipal, en su objetivo estratégico 5.2 Movilidad sostenible, pretende crear un Plan de Movilidad Urbana Sustentable que considere la jerarquía de la pirámide de movilidad, por lo que se pretende llevar a cabo acciones estratégicas, incentivar el uso de la bicicleta, diseñar espacios que integran y conecten diferentes modos de transporte, priorizando los no motorizados, y, por último, elaborar un Plan de Movilidad Municipal. (Presidencia Municipal de Pachuca, 2022).

Infraestructura ciclista en Pachuca

En Pachuca, de acuerdo al Plan Maestro de Movilidad Sustentable, senderos y ciclorutas, en el año 2018 existían 19.5 km construidos de ciclovías, y en la actualidad se pretende construir otros 21 km de ciclovías, considerando los boulevares, Ramón G. Bonfil, Santa Catarina, Luis Donaldo Colosio y Minero (Nochebuena, 2020).

Fig.2 Ciclovías existentes en Pachuca



Fuente: elaboración propia y levantamiento físico con base en datos de la Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Vivienda.

Para el estudio en que se basó este artículo se consideraron las siguientes rutas:

- Ciclovía maestranza-Colosio (Rojo).
- Ciclovía Río de las Avenidas- Blvd. San Javier (verde).
- Ciclovía Río de las Avenidas-II de julio (amarillo).
- Ciclovía Piracantos – Prepa 1 (Azul).
- Ciclovía Avenida Universidad (Vino).
- Ciclovía Blvd. Minero – Parque de Poblamiento (Morado).

Estas vías se sitúan únicamente en algunas de las principales avenidas ubicadas particularmente en la zona centro del municipio.

Las ciclovías antes mencionadas fueron sometidas a dos tipos de análisis para evaluar el estado físico de las mismas: por niveles de estrés por tráfico y por indicadores de Céntrico.

Marco Metodológico, resultados obtenidos y propuesta final.

La metodología empleada fue mixta. Respecto a la cantidad de encuestados, mediante un cálculo muestral, se determinó 382 encuestados (ver anexo 1).

Para conocer la opinión de los usuarios y afectados por los problemas de estas ciclovías se aplicó una encuesta (ver anexo 2), con lo cual se obtuvo información que permitió conocer el perfil del usuario ciclista y la percepción que tienen de la infraestructura (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de encuestas

Resultados de encuesta						
No. de encuestados: 382						
No. De Pregunta	Pregunta	Resultados				
1	Edad	Moda	Promedio			
		42 años	38 años			
2	Género	Masculino	Femenino			
		66%	34%			
3	Frecuencia de uso de transporte	Tipo de transporte	Diario	Pocas veces a la semana	Ocasionalmente	Nunca
		Auto P.	31%	21%	23%	25%
		Transporte Público	8%	22%	38%	32%
		Motocicleta	5%	6%	16%	73%
		Taxi	1%	12%	45%	42%
		Bicicleta	56%	33%	9%	2%
		Caminar	19%	43%	28%	10%
4	Principal propósito de usar bicicleta	Deporte	Ocio	Ir a la escuela	Ir al trabajo	Otros
		41%	18%	9%	27%	5%

Tabla I. Resumen de encuestas

5	Ppal. Motivo de usar bicicleta	No contamina	Ejercitarme	Económica	No tengo coche	Otros	
		12%	57%	24%	5%	2%	
6	Conocimiento de las rutas ciclistas	Si		No		Alguna	
		54%		6%		40%	
7	Califique elementos ciclistas	Elemento	Excelente	Bueno	Malo	Pésimo	
		Km de ciclovia	4%	28%	47%	21%	
		Medida de carril	9%	52%	10%	29%	
		Estado físico actual de ciclovías	4%	33%	50%	13%	
		Señalización	3%	25%	49%	23%	
		Conexiones e intersecciones	2%	18%	41%	39%	
		Iluminación	1%	29%	47%	23%	
		Bici-estacionamiento	2%	13%	39%	46%	
8	Nivel de seguridad que le genera.	Muy seguro	Algo seguro	Ni seguro ni inseguro	Algo seguro	Muy seguro	
		3%	21%	29%	35%	12%	
9	Mayor aceptación de ciclovías si se diseña mejor y de forma integral y segura.	Si	Probablemente		No		
		78%	21%		1%		
10	Orden de intervención urgente	1er lugar	2do lugar	3er lugar	4to lugar	5to lugar	6to Lugar
		Mas ciclovías	Respeto al ciclista	Ciclovías conectadas	Señalamiento	Intervención Pública	Mobiliario urbano
11	Acciones que los ciclistas recomiendan para mejorar la infraestructura					Porcentaje a favor	
	Conexiones en infraestructura más seguras, mantenimiento permanente, iluminación, puntos de sombra y descanso, mejorar el ancho y señalamiento en la infraestructura existente y futuras y vigilancia.					45.03%	
	Más ciclovías de calidad, en lugares estratégicos como escuelas, centros culturales, deportivos y avenidas principales, de la col. Téllez, Matilde, Huixmi a centro, de la col. Concepción a corredor de la montaña, incluidos los municipios aledaños.					16.75%	
	Campañas o eventos que fomenten la educación y cultura vial en general y ciclista para la armonía con otros sistemas de transporte, además de dar a conocer la importancia de medios de transporte que no contaminen.					15.71%	
	Respeto de las autoridades por las leyes e infracciones debidas para mayor respeto.					6.81%	
	Acciones y proyectos que incluyan a órdenes de Gobierno y participación ciudadana en el diseño de infraestructura integral ciclista.						
	Acciones y proyectos que incluyan a órdenes de Gobierno y participación ciudadana en el diseño de infraestructura integral ciclista						
	Carriles compartidos con automovilistas con cámaras que vigilen el apto uso tanto de automovilistas como ciclistas						
	Mayor difusión de eventos y rutas en bicicleta.						
	Bici- estacionamientos						
	Renta accesible de bicicletas.						
	Que los nuevos fraccionamientos y bulevares incluyan construcción de ciclovías.						
	Adecuar los camellones de las avenidas para ciclovías					15.70%	
	Semáforos con botón para activar cruce al ciclista:						
	Acuerdos o leyes que incentiven la inversión en la movilidad sustentable por parte de grandes empresas						

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en trabajo de campo.

El mayor porcentaje de los encuestados son hombres, con una moda de 42 años, en su mayoría usan la bicicleta por deporte y no están conforme con la cantidad de kilómetros existentes de ciclovías. El 47% de los encuestados califican a la cantidad actual de kilómetros de ciclovías como malo; el ancho de carril, al parecer, es el aspecto con lo que están más de acuerdo los usuarios con el 52% de ellos que lo dan como bueno; el estado físico en general es calificado por el 50% como malo, al igual que la señalización con el 49% de los encuestados que la concibe como mala; el 47% califica como mala la iluminación existente y el 46% opina que los bici-estacionamientos son pésimos; mientras que las conexiones e intersecciones son percibidas como malas por el 41% de los encuestados.

Por todo lo anterior, muy probablemente, el 35% de los usuarios opina que se siente algo inseguro al circular por las ciclovías; pero que, sin embargo, para el 78% de los encuestados las ciclovías serían un éxito como opción de movilidad sustentable y movilidad urbana diaria, compitiendo directamente con el automóvil. Para esto, los usuarios proponen, en primer lugar, incrementar el número de ciclovías; posteriormente, que se mejoren las estrategias para aumentar el respeto al ciclista, que haya ciclovías conectadas, señalamientos, intervención pública y mobiliario urbano.

Las respuestas de los encuestados permitieron conocer las oportunidades de mejora que pueden incrementar la preferencia de los habitantes por la bicicleta como medio de transporte urbano. Para realizar aquí la propuesta de mejora, a esta percepción de las personas se le agregará el diagnóstico de la infraestructura de ciclovías, considerando como criterio de evaluación los elementos propuestos por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) para el caso de los niveles de estrés por tráfico, y los criterios de Céntrico, que es un conjunto de especialistas en planeación, diseño, implementación y evaluación de proyectos de movilidad urbana sustentable, para el caso de indicadores de Céntrico, los cuales se presentan a continuación.

Diagnóstico de la infraestructura ciclista por niveles de estrés por tráfico (NET)

El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), establece que el ciclista es sometido a distintos niveles de estrés por tráfico (NET):

- NET 1: ciclovía con separación suficiente de los carriles vehiculares que da la sensación de seguridad y confort para todo

tipo de usuarios.

- NET 2: ciclocarril angosto en la calle, a un costado de carriles vehiculares de alto flujo vehicular con un poco más de separación entre ellos.
- NET 3: ciclocarril angosto en la calle, a un costado de carriles vehiculares de alto flujo vehicular.
- NET 4: no existe ciclovía como tal, el ciclista comparte carril con el automóvil, el ciclista circula entre automóviles.

Fig.3 Niveles de estrés por tráfico



Fuente: imagen tomada del Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP).

Con estos criterios de niveles de estrés haremos una primera evaluación de la infraestructura ciclista existente en las ciclovías trabajadas.



Fig.4 Ciclovía Maestranza- Colosio

Esta ciclovía en su mayoría se encuentra con carriles aislados del arroyo vehicular, y el acercamiento mayor a los vehículos se da en los cruces e intersecciones de calles, en las cuales no existe la prioridad ni un cruce seguro del ciclista. Nivel de estrés 1.

Fuente: elaboración propia

**Fig.5 Ciclovía Río de las Avenidas
– Blvd. San Javier.**

Esta ciclovía se encuentra sometida a un nivel de estrés tipo 3, ya que está ubicada a un costado del arroyo vehicular de alto flujo.



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

**Fig.6 Ciclovía Río de las Avenidas
– 11 de julio**

Esta ciclovía representa en diferentes tramos distintos niveles de estrés, sobre Río de las Avenidas está sometida a un nivel de estrés tipo 1, puesto que es un espacio separado del arroyo vehicular. El siguiente tramo de la ciclovía representa un nivel de estrés tipo 3, ya que el ciclocarril está a un costado del arroyo vehicular con una separación mínima. Pasando la zona de hospitales, los ciclistas se someten a un nivel de estrés tipo 2, como resultado de la existencia de un espacio mayor entre el arroyo vehicular.

Fig.7 Ciclovía Piracantos – Prepa I

Este tramo de ciclovía se encuentra sometido a un nivel de estrés tipo 1, ya que en su mayoría se encuentra aislado, teniendo contacto con automóviles únicamente en los cruces con vialidades vehiculares.



Fuente: elaboración propia

Fuente: elaboración propia



Fig.8 Ciclovía Av. Universidad

Esta ciclovía se encuentra sometida a un nivel de estrés tipo 3. Asimismo el ciclocarril se encuentra ubicado a un costado del arroyo vehicular, con una separación mínima entre ellos

**Fig.9 Ciclovía Blvd. Minero-
Parque de Poblamiento**

Esta ciclovía está sometida a un nivel de estrés tipo 3, debido a que se cuenta con un ciclocarril angosto en la misma calle, y existe poca separación con los carriles vehiculares.



Fuente: elaboración propia

Las calles de la ciudad deben ser diseñadas de forma inclusiva a todo tipo de usuario. Para aumentar la afluencia de un tipo de movilidad, las condiciones de la infraestructura deben ser seguras y confortables.

Diagnóstico de infraestructura ciclista por indicadores de Céntrico

Céntrico es una iniciativa conformada por un conjunto de especialistas en planeación, diseño, implementación y evaluación de proyectos de movilidad urbana sustentable, la cual establece una metodología de evaluación vial ciclista, y emplea un indicador cuantitativo donde la calificación máxima es 10 puntos divididos en 5 criterios complementarios de hasta 2 puntos cada uno, de la siguiente manera:

- 1.- Confinamiento (Nivel de confinamiento ciclista, volumen y velocidad de la calle). La puntuación será de dos puntos si el nivel de confinamiento es compatible con las características de la calle, un punto si el nivel de confinamiento es parcialmente compatible con las características de la calle y cero puntos si el confinamiento no es compatible con las características de la calle.
- 2.- Sección (Sección de circulación ciclista). Se otorgará dos puntos si la sección cumple con los estándares, un punto si la sección no

está más del 10% por debajo de los estándares y 0 puntos si la sección está 10% por debajo de los estándares.

3.- Línea de deseo (distancia de desvío y ubicación del carril ciclista, ya sea en banquetta, camellón, arroyo vial, canal). Se otorgarán 2 puntos si la trayectoria es recta, adyacente a la banquetta y sin desvíos, 1 punto si la trayectoria serpentea o hace rodeos en tramos y 0 cruces y 0 puntos si la trayectoria está en el camellón, adyacente a éste o en calles con fachadas ciegas continuas o canales.

4.- Pavimento (tipo y estado del pavimento) Se otorgarán 2 puntos si el material está en buen estado, 1 punto si está regular y 0 puntos si está en mal estado.

5.- Integración (diseño geométrico y operacional de la calle completa). Se otorgarán 2 puntos si el diseño es integral, mejora la movilidad peatonal, no afecta el transporte público ni crea cuellos de botella o malos diseños vehiculares que sustenten la oposición al proyecto; 1 punto si el diseño afecta de algún modo al transporte público o vehículos; y, por último, el diseño afecta a la movilidad peatonal.

De igual manera, se consideran puntos de castigo, restando un punto si en las ciclovías los confinamientos están rotos, si las señales horizontales están despintadas o si los carriles están bloqueados por automóviles. Asimismo, se restarán 5 puntos si las señales horizontales de los ciclo-carriles fueron borradas y si los carriles están bloqueados por autos estacionados (Treviño y Leal, 2019).

Ciclovía Maestranza – Vía Colosio

Esta ciclovía obtiene 2 puntos por el nivel de confinamiento compatible con las características de la calle, 2 puntos adicionales porque la sección de ciclovía cumple con los estándares, 1 punto porque la trayectoria serpentea o hace rodeos en tramos y/o en cruces, 2 puntos porque el material está en buen estado, 1 punto porque el diseño afecta de algún modo el transporte público o vehículos en cruces (total 8 puntos de 10).

Esta ciclovía es una de las más completas; sin embargo, en las intersecciones genera ciertos serpenteos e interrumpe el paso tanto de ciclistas como de automovilistas, arriesgándose ambos.

Ciclovía Río de las Avenidas – Blvd. San Javier

Esta ciclovía obtiene 1 punto por el nivel de confinamiento parcialmente con las características de la calle, 1 punto porque la sección no está más del 10% por debajo de los estándares, 1 punto porque la trayectoria serpentea o hace rodeos en tramos y/o en cruces, 1 punto porque el material está en estado regular, 1 punto porque el diseño afecta de algún modo al transporte público o vehículos (total 5 puntos de 10).

Ciclovía Río de las Avenidas – 11 de julio

Esta ciclovía obtiene 2 por el nivel de confinamiento compatible con las características de la calle, 1 punto porque la sección no está más del 10% por debajo de los estándares, 2 puntos porque la trayectoria es recta adyacente a la banqueta y sin desvíos, 1 punto porque el material está en estado regular, 1 punto porque el diseño afecta de algún modo al transporte público o vehículos (total 7 puntos de 10).

Esta ciclovía, a lo largo de su recorrido, cuenta con una mezcolanza de tipos de ciclovía que, aunque vayan a un costado del carril vehicular, no cuenta ni con los mismos elementos de separación ni con el mismo ancho de carril, además de que tiene algunos daños en infraestructura.

Ciclovía Piracantos – Prepa 1

Esta ciclovía obtiene 2 puntos por el nivel de confinamiento compatible con las características de la calle, 2 puntos porque la sección de ciclovía cumple con los estándares, 2 puntos porque la trayectoria es recta adyacente a la banqueta y sin desvíos, 2 puntos porque el material está en buen estado, 2 puntos porque el diseño es integral, mejora la movilidad peatonal, no afecta el transporte público ni crea cuellos de botella o malos diseños vehiculares que sustenten la oposición al proyecto (total 10 puntos de 10).

Esta ciclovía es la más completa en cuanto a elementos y material; además tiene la ventaja que dispone de carriles exclusivos, por lo que no invade ningún otro carril y mantiene cierta armonía con su entorno.

Ciclovía Av. Universidad

Esta ciclovía es corta, sin embargo, no se ha dispuesto de infraestructura ciclista como tal, sino que se ha destinado un espacio al costado del carril vehicular en el que muchas veces se ve invadido o confundido por peatones ciclistas e interrumpida por entradas a locales. Obtiene 1 punto por el nivel de confinamiento parcialmente compatible con las características de la calle, 1 punto porque la sección no está más del 10% por debajo de los estándares, 2 puntos porque la trayectoria es recta adyacente a la banqueta y sin desvíos, 1 punto porque el material está en estado regular, 2 puntos porque el diseño es integral, mejora la movilidad peatonal, no afecta el transporte público ni crea cuellos de botella o malos diseños vehiculares que sustenten la oposición al proyecto (total 7 puntos de 10).

Ciclovía Blvd. Minero – Parque de Poblamiento

Esta ciclovía obtiene 1 punto por el nivel de confinamiento parcialmente con las características de la calle, 1 punto porque la sección no está más del 10% por debajo de los estándares, 1 punto porque la trayectoria serpentea o hace rodeos en tramos y/o en cruces, 1 punto porque el material está en estado regular, 1 punto porque el diseño afecta de algún modo al transporte público o vehículos (total 5 puntos de 10).

Esta ciclovía, como muchas otras, es de vital importancia porque atraviesa una preparatoria en la que sería bueno incentivar un medio de transporte no motorizado como la bicicleta. Solamente que, como está a un costado de carriles de mayor velocidad, debería de contar con elementos que separen y protejan la seguridad del usuario.

Pachuca cuenta con infraestructura ciclista, pero no puede considerarse en buen estado por falta de mantenimiento, por no contar con la señalética correcta, etc.

Céntrico contempla puntos de castigo mencionados anteriormente. Por esta razón, a Pachuca habría que restarle 5 puntos por el señalamiento que ha sido borrado en la infraestructura ciclista; cuestiones que provocan confusión en el usuario, además de inseguridad, al acercar tanto peatones como ciclistas en un mismo sitio.

El análisis de los elementos de las ciclovías permite reconocer los puntos más débiles u oportunidades de mejora; en este caso, el confinamiento de los carriles solo es amplio en Río de las Avenidas o detrás de prepa uno, por lo que, aunque no se disponga de espacio suficiente para crear confinamientos de 1 metro o más, se deben de buscar estrategias que hagan sentir seguro al usuario.

El lenguaje claro a través de señalética horizontal y vertical también permitirá un mejor entendimiento y por ende mayor armonía en la circulación, además de reducir los accidentes viales.

El mantenimiento es esencial en la infraestructura existente. Darle seguimiento permitirá incrementar las oportunidades de preferencia por ese medio de transporte. Por el contrario, al dejarlas al abandono, las personas optarán por otro medio de transporte en el cual se sientan más seguras. Si se mejoran los puntos negativos mejorará el confort y se generará ese sentido de placer y armonía que merecen los usuarios. No se trata sólo de construir más infraestructura, sino de hacer funcional lo ya existente.

El análisis de la infraestructura ciclista en Pachuca, por niveles de estrés por tráfico (NET), posicionó la ciclovía Piracantos- Prepa 1 como la mejor al tener un NET de 1, seguida de la ciclovía maestranza – Colosio con un NET 1 a lo largo de la ciclovía, pero con debilidad en sus intersecciones; la ciclovía Río de las avenidas llega en tercer lugar con un NET de 1, 2, 3, a lo largo de la misma, debido a que no

cuenta con un diseño homologado en toda su trayectoria; en cuarto lugar, vienen las ciclovías Río de las Avenidas- Blvd. San Javier, Av. Universidad y Minero- Parque de Poblamiento, ya que las 3 poseen un NET 3 al no contar con una sección y confinamiento suficiente para hacer sentir seguro al usuario.

Complementariamente, el análisis de infraestructura ciclista por indicadores de Céntrico, posiciona en primer lugar, a la ciclovía Piracantos-Prepa 1, lo que arroja 10 puntos; en segundo lugar, se encuentra la ciclovía Maestranza- Colosio con 8 puntos, con debilidad en el serpenteo que hace su trayectoria en los cruces, afectando de algún modo a los demás usuarios de la vía pública; en tercer lugar, se encuentran empatadas con 7 puntos la ciclovía Río de las Avenidas-II de Julio y la de Av. Universidad, teniendo como sus principales debilidades, en tipo de confinamiento, el estado del material y la sección de ciclovía; en último lugar, se encuentran empatadas con 5 puntos la ciclovía Río de las Avenidas- San Javier y Ciclovía Blvd. Minero-Parque de Poblamiento, se ven afectadas por el nivel de confinamiento que tienen, la sección de ciclovía, serpenteo de rutas que afecta a los demás usuarios, y el estado del material.

La ciclovía Piracantos-Prepa 1 es la mejor calificada en ambos análisis, sin embargo, puede mejorarse esa y todas las demás ciclovías, comenzando con intervenciones enfocadas a la dimensión adecuada y funcional, acompañada de un buen confinamiento que brinde seguridad al usuario, conectando de forma segura las ciclovías y dando mantenimiento constante a la infraestructura.

Propuesta de rehabilitación de ciclovías

Para realizar la propuesta de rehabilitación de las ciclovías de Pachuca de Soto se consideran la percepción de los usuarios encuestados y los diagnósticos antes descritos. Asimismo, para el diseño propuesto se consideran parámetros de diseño establecidos en los documentos denominados Guía de Diseño de Infraestructura y Equipamiento Ciclista, Estrategia de Movilidad en Bicicleta de la Ciudad de México (Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente y Universidad Nacional Autónoma de México, s.f.) y el Manual de Diseño de Calles para Oslo (Street Design Manual for Oslo) (Robsahm, 2020).

Consideramos en primer lugar la necesidad de implementar elementos de separación entre el carril vehicular de acuerdo a la disponibilidad de espacio a través de 3 tipos de aislamiento:

Espacio reducido: elevación de carril ciclista de 10 cm sobre el arroyo vehicular y elevación de banqueta 4 cm sobre el carril ciclista.

Espacio moderado: confinamiento de 60 cm de ancho, 15 cm de altura del lado del arroyo vehicular y 7 cm de altura de lado del arroyo que evitará que el ciclista sea golpeado por la puerta de un auto estacionado, segmentados para permitir un buen drenado de agua.

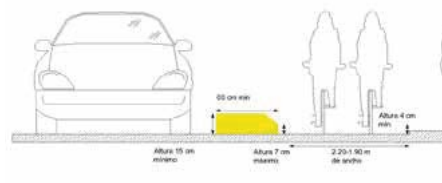
Espacio amplio: confinamiento del ancho de un automóvil que servirá para estacionamiento de automóviles y bicicletas, áreas verdes y de descanso; el confinamiento debe dar lugar al espacio de ascenso y descenso de pasajeros para crear un espacio más seguro, dibujando pasos peatonales para el cruce en ciclovías de peatones ascendiendo a su transporte público.

Fig.10
Estructura
de carriles
con espacio
reducido



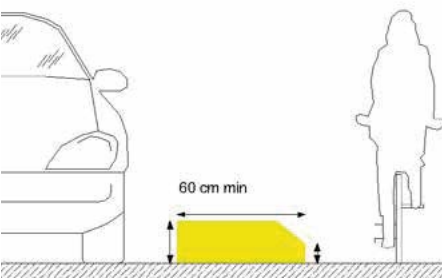
Fuente: elaboración propia.

Fig.11
Estructura
de carriles
con espacio
moderado



Fuente: elaboración propia.

Fig.12
Estructura
de carriles
con espacio
amplio



Fuente: elaboración propia.

Los materiales a usar en la construcción de una ciclovía son variados; sin embargo, se recomienda el asfalto para la superficie ciclista por ser barato, resistente y de fácil construcción, y los elementos de confinamiento pueden elaborarse de concreto precolado o de plástico reciclado; la sección de ciclovía debe mantener una inclinación promedio de 7% y no menor a 1 %.

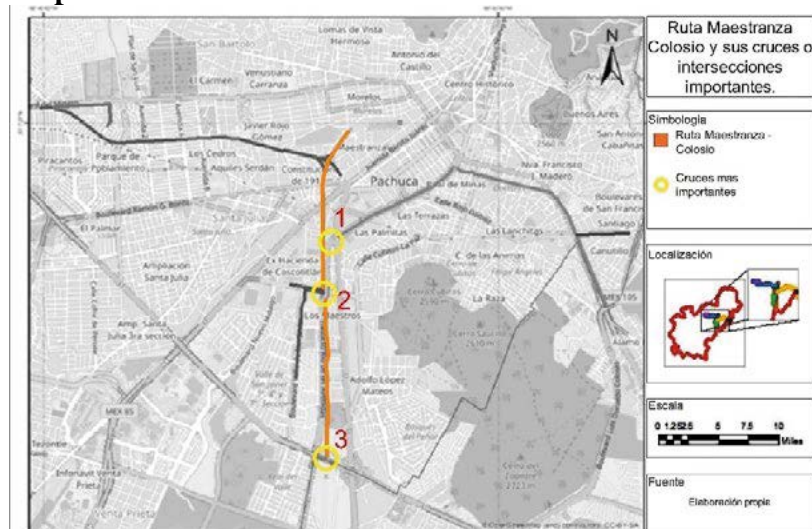
Las ciclovías deben tener un ancho estándar máximo de 2.20m y 1.30m como mínimo; en caso de querer rebasar una bicicleta, la ciclovía debe tener un ancho de 1.90m.

La vegetación es otro factor importante en las ciclovías, ya que proporciona protección ante el clima, además de belleza, identidad y da estructura a las calles. Los árboles deberán ser elegidos con base en el tipo de suelo, nivel de contaminación y el clima para que crezcan satisfactoriamente.

La señalización es esencial para una buena convivencia con todos los medios de transporte. Deberá incorporarse la señalización horizontal adecuada, es decir, longitudinales, continuas, transversales y flechas; y señalización vertical que indique aparcamientos, fin de vías, vías ciclistas, etc.

Rehabilitación en cruces e intersecciones

Mapa 1. Ruta Maestranza – Colosio



Fuente: elaboración propia.

Las intervenciones que se hacen a nivel de piso siempre serán más económicas que la implementación de puentes elevados, sin embargo, ante el crecimiento de la sociedad y, considerando la creciente población ciclista y la adaptación a la infraestructura ya existente, se podría implementar un puente en ciertos cruces de vialidades principales, donde se tendrá la oportunidad de incrementar la población ciclista con carriles más anchos, incluyendo carriles para peatones y ciclistas.

En la ruta Maestranza-Colosio se hace una propuesta de un puente que conecte la ciclovía con la de río de las avenidas, en el cruce 1; este permitirá evitar los serpenteos actuales en la zona y el usuario dispondría de mayor espacio y un cruce seguro.

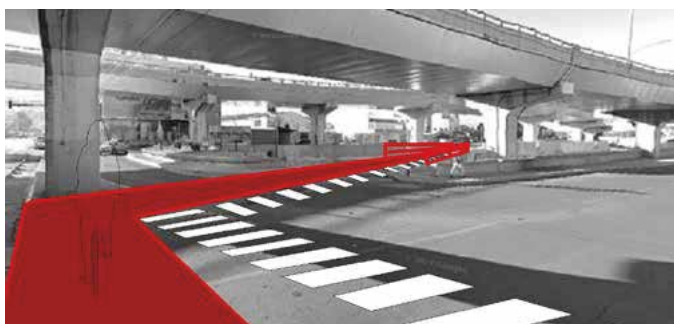
Fig.12



Fuente: elaboración propia.

En el cruce dos se adecuarán señalamientos horizontales que den prioridad de paso a los ciclistas y peatones, que podrán cruzar a la ciclovía mediante un puente adecuado en donde actualmente pasan las vías del tren.

Fig.13



Fuente: elaboración propia.

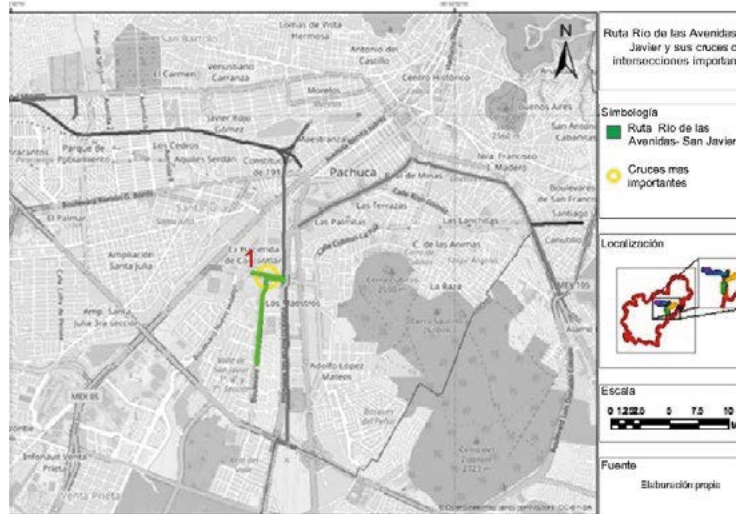
En el cruce 3, el cual conecta actualmente con Colosio, se hace la propuesta de construir un puente ciclista que cruce la avenida de forma segura. Ya que la opción más económica sería un cruce por medio de semaforización y pasos ciclistas a nivel de piso, pero en la actualidad es una vía de alto flujo vehicular que acompañado de la mala cultura vial, se convertiría en un punto de riesgo para el ciclista.



Fig.14

Fuente: elaboración propia.

Mapa 2. Ruta Río de las Avenidas – San Javier



Fuente: elaboración propia.

En el cruce de esta ciclovía, se recomienda reubicar el carril para la circulación de las bicicletas, ya que, por el cruce de vehículos a la central de autobuses, los ciclistas corren gran peligro.



Fig.15

Fuente: elaboración propia.

• Ruta Río de las Avenidas – 11 de Julio

En esta ruta, la conexión uno se propone sea hecha únicamente con señalética horizontal debido al poco espacio del que se dispone.

Fig.16



Fuente: elaboración propia

En el cruce 2, actualmente cuenta con un cruce no tan peligroso que podría mejorarse con semaforización y aumentar el nivel de confinamiento que impida el estacionamiento de vehículos.

Fig.17



Fuente: elaboración propia

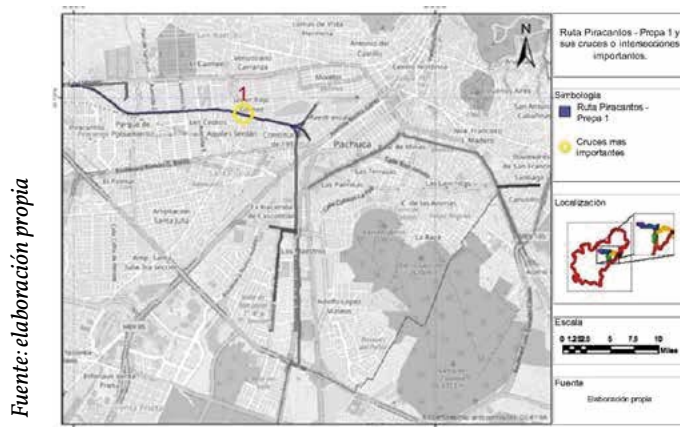
En la conexión 3 se sugiere señalética horizontal, acompañada de la diferencia de niveles en carriles vehiculares, ciclistas y peatonales.

Fig.18



Fuente: elaboración propia

Mapa 3. Ruta Piracantos-Prepa I

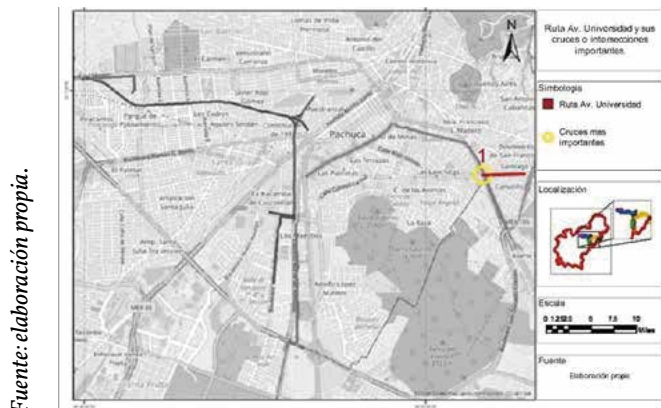


Esta ciclovía, al ser una de las mejor evaluadas en los análisis anteriormente realizados, podría adecuarse únicamente con señalización horizontal a corto plazo, pero a largo plazo podrían realizarse en los cruces, puentes elevados que no obstaculicen el trayecto de peatones, ciclistas y automóviles.

Fig.19



Mapa 4. Ruta Avenida Universidad



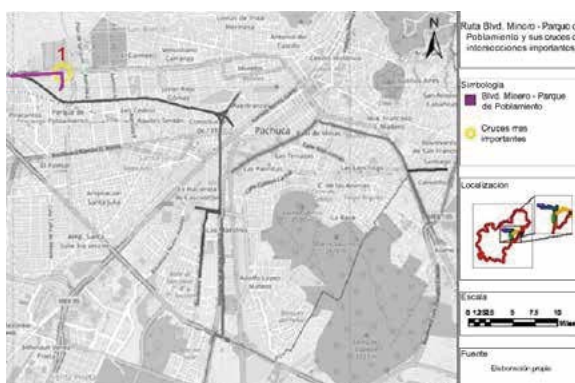
En el diseño de esa ciclovía se recomienda incorporar niveles de piso distintos entre arroyo vehicular, ciclista y peatonal y que estos sean señalizados horizontal y verticalmente.



Fig.20

Fuente: elaboración propia.

Mapa 5. Boulevard Minero-Parque de Poblamiento



Fuente: elaboración propia.

Esta ciclovía representa cierto riesgo al haberse colocado al costado del camellón en lugar del costado de la calle, por lo que se propone cambiar de lugar, o bien, marcarlo con señalética horizontal y vertical.



Fig.21

Fuente: elaboración propia.

Las propuestas de mejora y conexión de ciclovías de Pachuca, puede abordarse desde tres perspectivas: a corto plazo y con bajo presupuesto, donde únicamente se consideraría mantenimiento y la señalización horizontal y vertical correcta; en segunda instancia, se hablaría de demoler y construir confinamientos que sirvan a su vez de ciclo-estacionamientos, prevaleciendo las intervenciones a nivel de calle, donde tendría que haber un cambio de cultura vial en general para realmente lograr una movilidad sustentable, conviviendo armoniosamente todos los tipos de transporte; y en un tercer momento y a largo plazo, sería importante considerar la construcción de puentes ciclistas únicamente en cruces que sean considerados de alto riesgo para el ciclista, derivado del alto flujo vehicular y serpenteos en abundancia.

Conclusiones

Las ciudades se han convertido en una amenaza para el medio ambiente porque en ellas se concentra más de la mitad de la humanidad que, en muchos casos, son mal planeadas, con empresas, industrias, casas-habitación, infraestructura urbana deficiente, etc., que, junto con malos hábitos por parte de las personas y la falta de preocupación por el medio ambiente limitado, ha llevado al planeta a una situación crítica ambiental que, de seguir así, tendrá consecuencias irreversibles para todos.

Las ciudades están conformadas en parte por espacios públicos que, como señala Habermas, entre más abierto sea para todos, más expresará su democratización política y social (Habermas, 1991). Para lograr una democratización política y social en los espacios públicos, estos deben convertirse en espacios legibles, tácticos, con inclusión social, y no ser diseñados únicamente para una porción de la sociedad y, de no considerarse así, el espacio público dejará de ser un espacio abierto y un manifiesto del derecho a la ciudad que busca la igualdad social (Serrano, 2018).

Las ciudades deben ser bien gestionadas en trazas urbanas y espacios públicos, acompañados de una buena administración que busque preservar los buenos hábitos en pro del medio ambiente y de nosotros mismos, ya que, si logramos éso, existirá mejor calidad de vida, mayor cohesión social, creación de identidad en el municipio, impacto económico positivo, mayor conectividad, etc.

Los espacios públicos y privados requieren de infraestructura que permita a la población moverse para llegar de un lugar a otro sin obstáculos, y ésta no debe favorecer a un medio de transporte en especial, sino buscar un equilibrio satisfaciendo a todo tipo de usuario y otorgándole la infraestructura adecuada para hacer va-

ler su derecho a una movilidad, segura, eficiente, sustentable, con seguridad vial, calidad, inclusión e igualdad. Deben brindarse las herramientas necesarias para que los habitantes satisfagan su necesidad de movilidad que, como dice Landon (2013), es un derecho por ser la condición del funcionamiento de la vida diaria de las personas, y porque, tal como lo expresa Lefebvre, una movilidad urbana satisfactoria conlleva a reinventar las relaciones sociales y la estructura espacial de la ciudad, y es un derecho a la vida urbana, evolucionada y renovada (Sungranves y Mathivet, 2010).

El término de calles completas debería ser aplicado en el diseño de calles de todo el mundo. Se reconoce como calle completa a la calle que integra a todas las personas y es resultado de una planificación, diseño, operación, construcción y mantenimiento, lo cual permitiría que las calles prioricen la seguridad antes que la velocidad (Smart Growth America, 2023). Una calle completa permitirá que todo tipo de movilidad urbana conviva armoniosamente sin necesidad de aislarse por medio de puentes u otro elemento, pero debe de ir de la mano con la mejora de la cultura vial.

Las bicicletas, como medio de transporte, principal interés en la investigación en que se basó este artículo, han tenido que competir directamente con el automóvil, por ser de menor velocidad, el clima y la rapidez en avanzar; sin embargo, las consecuencias en las ciudades, principalmente por el tráfico, han promovido que la bicicleta sea un medio de transporte más rápido, por ser más pequeño y por ende, circular por lugares pequeños, ya que donde cabe un auto, caben 10 bicicletas (Plataforma Urbana, 2011).

La infraestructura ciclista existente en Pachuca, según el trabajo de campo realizado, no es suficiente, ni totalmente segura, las ciclovías en Pachuca no son integrales ni conexas entre sí, por lo que antes de hablar de una nueva infraestructura ciclista, debe incorporarse un plan de conexión y rehabilitación de las ciclovías existentes, por lo que a largo plazo podrían incorporarse propuestas con puentes elevados o subterráneos, para conectar la infraestructura existente que representa ciertos cruces peligrosos, pero a corto plazo y con bajo presupuesto, se puede incorporar herramientas de urbanismo táctico y placemaking, acompañados de guías de diseño ciclista. A este tipo de urbanismo de bajo costo se le suele llamar urbanismo táctico y permite transformar positivamente los espacios públicos, mediante la implementación de elementos reversibles, asequibles y ágiles como franjas de colores, pasos peatonales creativos, pasos ciclistas, mobiliario urbano, juegos en el suelo, etc. que, a la vez, permitan educar al usuario en una buena cultura vial (info Barcelona, 2021). Así mismo, con el placemaking se trata de convertir espacios en lugares de encuentro que te motiven a permanecer en ellos, con identidad y con múltiples personas que a su vez

provocarán mayor cohesión social, e incidirán en la promoción y aumento de ventas de negocios vecinales.

Para fomentar la movilidad por medio de ciclovías, se debe de propiciar un espacio apto y seguro para su circulación, por lo que, para que esto sea posible, debe de existir la suficiente intervención pública y la cooperación ciudadana, considerando las medidas de guías para la construcción de infraestructura ciclista de ciudades en las que han funcionado las ciclovías para fomentar la movilidad sustentable, pero adecuadas a las características de cada ciudad, ya que existen medidas que por ser una ciudad ya trazada y construida en algunas zonas no es posible respetar las dimensiones exactas.

Bibliografía

- Bizkaia foru aldundia diputación foral. (2016). Principales ventajas y obstáculos de la bicicleta como medio de transporte. https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediateka/1_Principales%20ventajas%20y%20obstaculos_cas.pdf?hash=699509608d23a2cca575a2402c3c4d24
- Borja, J. (2012). Espacio público y derecho a la ciudad. https://debatstrebballsocial.files.wordpress.com/2013/03/espacio_publico_derecho_ciudad_jordiborja.pdf
- Castro G., L. J. (2014). Hacia un sistema de movilidad Urbana Integral y Sustentable en la zona Metropolitana del Valle de México. [Tesis de Maestría, Universidad Iberoamericana Ciudad de México]. <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015845/015845.pdf>
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD). (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Naciones Unidas. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. Art.4. 8 de mayo 2020). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Decreto 467 de 2023 [Congreso del Estado Libre y Soberano de Hidalgo]. Por la cual se reforma la Ley de Movilidad y Transporte para el Estado de Hidalgo. 31 de marzo del 2023. http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20de%20Movilidad%20y%20Transporte%20para%20el%20Estado%20de
- Decreto por el cual se expide la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial. 2022. Diario Oficial de la Federación, 17 de mayo 2022. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMSV.pdf>
- Dekoster, J., Scholloert. U. (2022). En bici hacia ciudades sin malos humos. Comisión Europea. https://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_es.pdf
- El Sol de Hidalgo Gobierno del Estado de Hidalgo (2020). Actualización del Plan Estatal de Desarrollo Hidalgo 2016-2022. Periódico Oficial del Estado de Hidalgo https://periodico.hidalgo.gob.mx/?tribe_

- events=Periodico-Oficial-Alcance-7-del-02-de-septiembre-de-2020
 Gobierno del Distrito Federal secretaria del Medio Ambiente y Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Guía de Diseño de Infraestructura y Equipamiento Ciclista. Estrategia de Movilidad en Bicicleta de la Ciudad de México. <https://bicycleinfrastructuremanuals.com/manuals4/Gui%CC%81a%20de%20Disen%CC%83o%20de%20Infraestructura%20y%20Equipamiento%20Ciclista%20-%20Estrategia%20de%20movilidad%20en%20bicicleta%20de%20la%20Ciudad%20de%20Me%CC%81xico.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y vivienda. (Base de datos). <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
- Kelman.Desarrollos. (2020). Ciclovías en México: Por qué es importante implementarlas. <https://www.kelman.mx/blog/ciclovias-en-mexico#:~:text=Actualmente%20existen%20siete%20tipos%20de,a%20la%20de%20los%20veh%C3%ADculos>
- Landon C., P. (2013). Movilidad cotidiana y exclusión social: Anverso y reverso de la instalación de la autopista acceso sur en la periferia pobre de la metrópolis de Santiago de Chile [Ponencia en el tercer encuentro Iberoamericano de Movilidad Sostenible EIMUS]. <http://www.ciudadennomovimiento.org/wp-content/uploads/2014/03/3er-Premio-Paulette-Landon.pdf>
- Muvipa. (s.f.). Desarrollo Urbano de Pachuca. <https://www.muvipa.com.mx/lugares-turisticos-pachuca/development-urban/>
- Nochebuena, S. (2020). Sumará 21 Kilómetros de ciclovías en Pachuca. Periódico El Sol de Hidalgo. <https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/sumara-21-kilometros-de-ciclovias-en-pachuca-5917220.html>
- Presidencia Municipal de Pachuca de Soto (2022). Pachuca. Gob.mx. <https://www.pachuca.gob.mx/portal/descripcion-general/>
- Presidencia Municipal de Pachuca. (2022). Plan Municipal de Desarrollo 2020-2024 Pachuca de Soto, Hidalgo. http://planestataldedesarrollo.hidalgo.gob.mx/pdf/PMD/2020-2024/PMD_PachucadeSoto2020-2024.pdf
- PROBICI. (2010). Guía de la Movilidad Ciclista. http://istas.net/descargas/00-PROBICI_GuiaMovilidadCiclista-BajaRes.pdf
- Programa Destinos México. (2022). Historia de Pachuca. <https://programa-destinosmexico.com/descubre-mexico/historia/historia-de-pachuca.html>
- Real Academia Española (RAE). Definición de Ciudad. <https://www.rae.es/drae2001/ciudad>
- Robsahm K., G. (2020). Manual de diseño de calles para Oslo. Ciudad de Oslo, Agencia de Medio Ambiente Urbano. https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13441080-1646147194/Tjenester%20og%20tilbud/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Gatenormal%20og%20onormark/Gate-%20og%20veinormaler/Street-design-manual_ENG.pdf
- Secretaría de Desarrollo Agrario, territorial y Urbano (SEDATU), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Instituto de Políticas para el transporte y el Desarrollo (ITDP), IDOM. (2019.). Manual de calles. Diseño vial para

- ciudades Mexicanas https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/509173/Manual_de_calles_2019.pdf
- Secretaría de movilidad y transporte y Secretaría Ejecutiva de la Política Pública Estatal (2022). Estrategia Integral de Movilidad. Programa de Movilidad Sustentable. https://enmovimiento.hidalgo.gob.mx/pdf/Programa_de_movilidad.pdf
- Serrano R., R. O. (2018) Movilidad Urbana y Espacio Público. Reflexiones, métodos y contextos. Universidad Piloto de Colombia. https://www.unipiloto.edu.co/descargas/LIB_Movilidad-Urbana-y-espacio-publico_17OCT.pdf
- Smart Growthl America. (2023). América del crecimiento inteligente. <https://smartgrowthamerica.org/program/national-complete-streets-coalition/>
- Sugranyes, A., Mathivet, C. (Editoras). (2010) Ciudades para tod@s: Por el derecho a la ciudad, propuestas y experiencias. Habitat International Coalition (HIC). https://cafedelasciudades.com.ar/carajillo/images17/02_ANEXO%20LUBRO_CiudadesParaTodos.pdf
- Treviño, X., Leal, A. (2019). Evaluación de infraestructura vial ciclista. CÉNTRICO. <http://centrico.mx/docs/evaluacionciclistavi.pdf>
- Zaragoza A., D. S. (2010). Determinantes económicos para la movilidad urbana y alternativas al transporte público en el corredor Nor-poniente del Estado de México 2005-2010. Facultad de Estudios Superiores Acatlán. http://www.saree.com.mx/lab/sites/default/files/capiTV/CAPITULO1_V3_ZARAGOZAD_18092015.pdf

Los programas de transferencias condicionadas en México: Progresá, Oportunidades y Prospera (1997-2019)

<https://doi.org/10.59307/erne1.16>

Badillo-Flores, P.

<https://orcid.org/0000-0002-7199-8360>

Resumen

La reducción de la pobreza es uno de los retos trascendentales que enfrentan los países latinoamericanos. El caso de México no es la excepción, los resultados en reducción de pobreza no son alentadores, sobre todo ante la reciente pandemia del COVID-19. El objetivo de esta investigación es indagar en las características de los Programas de Transferencias Monetarias Condicionadas (PTC) en México y en la forma en que se utilizan para el combate a la pobreza. Esta investigación se enmarca dentro del concepto de Estado de bienestar, lo que constituye un aporte a los estudios de pobreza. Se emplea una metodología comparada, realizando una revisión documental de los programas de transferencias condicionadas de 1997 a 2019. Debemos señalar que debido a las propias transferencias monetarias, este tipo de programas son altamente efectivos en la reducción de pobreza a corto plazo (Villatoro, 2007), por lo que el retorno a este tipo de programas focalizados podría ser una opción para combatir los efectos inmediatos de la pandemia.

Palabras clave: *Pobreza, programas de transferencias monetarias condicionadas, Progresá, Oportunidades, Prospera.*

Conditional transfer programs in Mexico: Progresa, Oportunidades and Prospera (1997-2019)

Badillo-Flores, P.

Abstract

Poverty reduction is one of the transcendental challenges facing Latin American countries. The case of Mexico is no exception, the results in poverty reduction are not encouraging, especially in the face of the recent COVID-19 pandemic. The objective of this research is to investigate the characteristics of the Conditional Cash Transfer Programs (CTP) in Mexico and the way in which they are used to combat poverty. This research is framed within the concept of the welfare state, which constitutes a contribution to poverty studies. A comparative methodology is used, carrying out a documentary review of conditional transfer programs from 1997 to 2019. We must point out that due to the monetary transfers themselves, these types of programs are highly effective in reducing poverty in the short term (Villatoro, 2007), so a return to this type of targeted programs could be an option to combat the immediate effects of the pandemic.

Keywords: *Poverty, conditional cash transfer programs, Progresa, Oportunidades, Prospera.*

Introducción

Según Naciones Unidas (2020), se espera que la pandemia por COVID-19 provoque una de las peores crisis en América Latina. En el caso de México, se comenzaron a vislumbrar sus efectos desde finales de febrero de 2020, cuando se tuvo el primer caso, lo que generó una declaración de emergencia sanitaria y la implementación de acciones para contener su avance. De igual manera, la pobreza en México se ha incrementado. Según datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2022) muestran un aumento de dos puntos porcentuales entre 2018 y 2020.

En el marco teórico de este trabajo se aborda la teoría del Estado de bienestar, centrado en los estudios de combate a la pobreza. El objetivo principal es indagar en las características de los Programas de Transferencias Monetarias Condicionadas (PTC) en México y en la forma en que se utilizan para el combate a la pobreza. Para ello, se emplea metodología comparada, mediante la revisión documental de las reglas de operación¹ de estos programas, considerando sus componentes, beneficios otorgados, el monto y las corresponsabilidades adquiridas. De igual forma, se compara la evolución de la cobertura de los PTC en México durante el periodo 1997² al 2018³ y de manera general se describen los efectos en el combate a la pobreza.

La investigación se divide en seis apartados. En la primera parte, se toca la evolución del Estado de bienestar en América Latina, además de señalar la importancia de los PTC. En la segunda parte, se describe brevemente el panorama actual del país en el tema de pobreza. En la tercera parte, se define y señala cómo se da la incorporación de los estos programas en la región latinoamericana. En la cuarta parte, se aborda a los PTC implementados en México en el periodo 1997-2019. Posteriormente, se abordan los efectos de los programas de transferencias condicionadas. Finalmente, se realiza una pequeña reflexión de la importancia de este tipo de programas en el contexto de la nueva normalidad.

¹ Se considera al Programa de Educación, Alimentación y Salud (Progresá), al Programa de Desarrollo Humano Oportunidades (PDHO) y al Programa de Inclusión Social, tomando en cuenta las Reglas de operación para los ejercicios fiscales de 2001, 2013 y 2018, respectivamente.

² En este año se da la creación del Programa de Educación, Alimentación y Salud (PROGRESA).

³ Se ha considerado esta fecha debido a que la desaparición de PROSPERA ocurre un año posterior en 2019.

El Estado de bienestar en América Latina

Existe una enorme variedad de modelos y grados de desarrollo de los sistemas de bienestar propuestos en la región latinoamericana (Filgueira, 2005). Comenzamos con Mesa-Lago (1986), quien centra su clasificación en la evolución histórica de la seguridad social identificando tres grupos de países: a) pioneros; b) con sistemas relativamente unificados y c) de aparición tardía de la seguridad social. Por su parte, Martínez Franzoni (2007) los agrupa atendiendo a las dimensiones de: grado de mercantilización, grado de desmercantilización y familiarización. En su clasificación señala los siguientes regímenes: a) estatal productivista; b) el estatal proteccionista; c) familiarista.

De manera similar a Mesa-Lago (1986), pero sin considerar únicamente la seguridad social, Franzoni y Ancochea (2016) plantean que el Estado de bienestar ha atravesado históricamente por tres períodos: a) el fundacional; el de las transformaciones en los años 80 y 90; y el de cambios expansivos iniciados en torno al 2000. En cambio, Filgueira (2005), menciona que en la región latinoamericana no se ha conseguido un Estado de bienestar, sino más bien un Estado social.

De acuerdo con Mesa-Lago (1986), en el grupo de países pioneros tenemos a Chile, Uruguay, Argentina, Cuba y Brasil. Cuyo sistema de seguridad social surge en la década de 1920, su evolución dio como resultado una estratificación, cuyo proceso de universalización provocó un desequilibrio financiero en algunos subsistemas⁴. El segundo grupo está conformado por Colombia, Costa Rica, México, Paraguay, Perú y Venezuela. Aquí, el sistema de seguridad social se establece en torno a la década de 1940. En estos países, el nivel de estratificación es menor que en el primero. Con respecto al grupo de aparición tardía de la seguridad social, éste se encuentra compuesto por países de Centroamérica (excepto Costa Rica y Panamá) y del Caribe (excepto Cuba). La seguridad social surge en las décadas de 1950 y 1960, este sistema está prácticamente unificado, sin dificultades financieras a corto y mediano plazo, el reto principal es ampliar la cobertura.

Por su parte, Filgueira (2005) critica la propuesta de Mesa Lago (1986) considerándola limitada porque se centra únicamente en indicadores de cobertura y gasto. El autor señala que en Latinoamérica no se ha consolidado un Estado de bienestar. En cambio, propone

4 Por orden de aparición Mesa-Lago identifica los siguientes subsistemas: fuerzas armadas, empleados públicos y maestros; empleados y obreros de transporte, energía, banca, comunicaciones; masa de empleados y obreros urbanos; trabajadores agrícolas y por cuenta propia, pequeños granjeros, empresarios y servidores domésticos (Mesa-Lago, 1986, pág. 133).

una tipología de tres grupos, que prefiere denominar como “Estados sociales”, para los cuales toma en consideración únicamente indicadores educativos, de seguridad social y de salud.

Al primer grupo lo denomina “universalista estratificado” y está conformado por Uruguay, Argentina y Chile. Una de sus características distintivas es que se ha logrado prácticamente un universalismo en seguridad social, servicios básicos de salud, y en el acceso a educación primaria, además se extiende la cobertura en educación secundaria temprana a más de la mitad de la población y a casi la totalidad en secundaria superior. Sin embargo, se presenta una fuerte estratificación⁵ de beneficios, acceso a condiciones y grados de protección tanto en la seguridad social como en salud.

El segundo grupo corresponde al tipo “dual”, en el que se encuentran México y Brasil. En 1970, se había logrado casi el universalismo en lo referente a educación primaria y a salud. Por su parte, la seguridad social se encuentra con una fuerte estratificación. De igual manera, se visualiza una acentuada heterogeneidad regional en el desarrollo económico y social. Además, ambos países cuentan con aproximadamente la mitad de la población económicamente activa dentro del sector formal y la otra mitad fuera (Filgueira, 2005).

El último grupo se refiere al “régimen excluyente”. Los países que conforman este grupo son: Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Bolivia. Entre las principales características, encontramos un sistema elitista en seguridad social y salud. Es decir, se beneficia aún más a un grupo ya privilegiado, dejando a la mayoría de la población (rural y urbana) sin ningún tipo de protección. En cuanto a educación casi se había alcanzado la cobertura universal, no obstante, con una fuerte desigualdad en calidad. Otra característica, que merece la pena mencionar, es que más de la mitad de la población se encuentra en condición de pobreza en todos estos países (Filgueira, 2005).

Otra tipología de Estado de bienestar en la región latinoamericana es propuesta por Martínez Franzoni (2007). Su clasificación se centra en tres tipos de regímenes: a) estatal productivista agrupando países como Argentina y Chile; b) estatal proteccionista en el que encontramos a Brasil, Costa Rica, México, Panamá y Uruguay; c) familiarista en el que se distinguen dos grupos diferenciados por el grado de las características que comparten: c1) Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Perú, República Dominicana, Venezuela. c2) Bolivia, Honduras, Nicaragua y Paraguay. Estos tipos los agrupa atendiendo a tres dimensiones: grado de mercantilización, grado de desmercantilización y familiarización.

⁵ En lo relativo a las pensiones, las de los oficiales de Estado eran demasiado altas en comparación con las del sector privado (Filgueira, 2005, p. 25).

La dimensión del grado de mercantilización de la fuerza de trabajo, es referente a la capacidad del mercado laboral en provisión de trabajo remunerado, enfocada no sólo en su extensión, sino en la calidad que éste otorga; también encontramos la capacidad de compra de bienes y servicios que permite. Aquí se consideran indicadores como el nivel de ocupación, el desempleo, el acceso a protección social. La segunda dimensión es el grado de desmercantilización del bienestar. En la misma línea que Esping Andersen (1990), se refiere al grado de dependencia que el individuo guarda con respecto al mercado. No obstante se abren dos dimensiones: la desmercantilización que genera la utilización de políticas públicas, y la segunda la que genera el gasto y el consumo privado. Finalmente, la dimensión de familiarización del bienestar, que se centra básicamente en familias nucleares, donde el hombre asume el rol de sustentador económico del hogar y la mujer el del cuidado del hogar sin remuneración.

Considerando que en este artículo se aborda el caso de México, describiremos únicamente las características del régimen estatal proteccionista. De acuerdo con Martínez Franzoni (2007), en el grado de mercantilización de la fuerza de trabajo, se cuenta con ingresos por habitante medios. En este grupo, se presenta una Población Económicamente Activa (PEA) asalariada alta, con menor proporción de población independiente no calificada. Se destaca un mayor nivel de cobertura en seguridad social en comparación con el productivista, de tal manera que las políticas públicas en este régimen tienen un peso considerable en la búsqueda de protección social, aunque se basan en contribuciones ocupacionales.

Al igual que en el grupo uno, aquí se encuentra un predominio del mercado de trabajo urbano. Concerniente a hogares en condiciones de extrema pobreza los niveles son más elevados que el grupo uno e inferiores que el tres. En el grado de desmercantilización, el tamaño de la PEA en el sector público es medio, referente al gasto público social por habitante se encuentra entre el grupo 1 (menor) y el 3 (mayor), por último la expansión del sector privado (educación medida a través de la matrícula) es baja. En familiarización, existe proporción media de familias nucleares en las que las mujeres realizan trabajo no remunerado dentro del hogar, y existe una tasa de dependencia media.

Otra tipología que puede ser complementaria a la anterior, la presenta la propia Franzoni y Ancochea (2016), señalando que el Estado de bienestar en América Latina ha atravesado por tres periodos: el fundacional; el de las transformaciones que tuvieron lugar durante los años 80 y 90; y el de cambios expansivos iniciados en torno al 2000. En estos, se distinguen tres grupos de países: a) los pioneros, que construyen regímenes de bienestar estatales, con

coberturas amplias pero beneficios variables y alto grado de inequidad en suficiencia de prestaciones (Chile, Argentina y Uruguay); b) aquellos países con regímenes excluyentes durante la mayor parte del siglo XX, y que en fase pro-mercado expanden intervenciones a la población en condiciones de pobreza de ingresos (países andinos, los centroamericanos —excepto Costa Rica y Panamá— Colombia, Venezuela y Paraguay) ; c) el último es conformado por México y Brasil, en cuyo periodo fundacional coexisten rasgos de los dos primeros grupos.

A partir del año 2000 América Latina experimenta una serie de transformaciones en torno a tres componentes de acceso a beneficios sociales: a) se crean los Programas de Transferencias Monetarias Condicionadas (PTC) en prácticamente todos los países latinoamericanos; b) de manera variable se dan re-reformas de transformaciones previas en salud y protección a la vejez; y c) debido a la preocupación por los cambios demográficos y por la feminización de la fuerza de trabajo, el Estado y los partidos políticos promueven sistemas redes o programas de transferencias y servicios (Franzoni y Ancochea, 2016, pp.210-211).

Se debe resaltar la creación de los PTC como vía para el combate a la pobreza, además de que otorgaron el derecho de acceso a los beneficios estatales a una población previamente excluida bajo el modelo de protección social laboral, cubierta de manera inestable y dispareja bajo el modelo asistencial. Mediante los PTC, el Estado da visibilidad y legitimidad pública al papel de las mujeres en los cuidados⁶. Por otra parte, nos encontramos que son programas con alto grado de aceptación tanto de los receptores como de los sectores medios no beneficiados directamente, además permiten una cobertura masiva y poco costosa.

Panorama actual de la pobreza en México

La reducción de la pobreza es uno de los retos trascendentales que enfrentan los países latinoamericanos. De acuerdo con información presentada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en su más reciente informe publicado en 2022 denominado “Panorama Social de América Latina y el Caribe”, la región no ha logrado avanzar hacia una recuperación tras el impacto provocado por la pandemia del Covid-19.

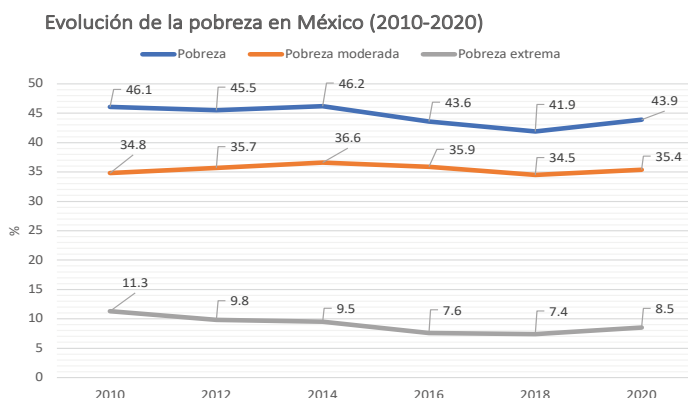
Para medir la pobreza en México se utiliza una medición multidimensional, siendo uno de los primeros países cuyo marco nor-

⁶ Estos programas dan preferencia de titularidad a las mujeres, es decir, de recibir la transferencia monetaria.

mativo adoptó esta medición (CONEVAL, 2014, pág. 76). En el año 2004, la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) creó el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Desde entonces, este organismo es el encargado de establecer los lineamientos y criterios para la definición, identificación y medición de la pobreza. Sin embargo, esta última fue hasta 2006 de carácter unidimensional, tomando en cuenta sólo el ingreso de los hogares. Para su determinación, la Secretaría de Desarrollo Social, se basaba en recomendaciones metodológicas del Comité Técnico para la Medición de la Pobreza (CTMP) (CONEVAL, 2010). Posteriormente, en 2010 el CONEVAL adoptó una medición multidimensional, la cual se encuentra vigente.

Para identificar a la población en pobreza multidimensional, es necesario determinar tanto el ingreso como el índice de privación social. De tal manera que, el ser vulnerable en al menos un derecho social⁷ y al mismo tiempo ser vulnerable en ingresos⁸, determina el que una persona sea pobre multidimensionalmente. Sin embargo, si el ingreso de una persona está por debajo de la línea de bienestar mínimo (equivalente al costo de la canasta alimentaria), y además presenta carencia en tres de las seis carencias sociales, entonces se encontrará en pobreza multidimensional extrema.

Para identificar a la población en pobreza multidimensional, es necesario determinar tanto el ingreso como el índice de privación social.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2008, 2010, 2012, 2014 y el MEC del MCS-ENIGH 2016, 2018 y 2020.

⁷Se consideran 6 indicadores de carencia social; 1. Rezago educativo; 2. Acceso a servicios de salud; 3. Acceso a seguridad social; 4. Calidad y espacios de vivienda; 5. Acceso a servicios básicos de vivienda; 6. Acceso a alimentación.

⁸Se refiere a encontrarse por debajo de la Línea de Bienestar (equivalente al costo de la canasta no alimentaria y alimentaria).

En la tabla anterior se muestra la evolución de la pobreza en México en el periodo comprendido entre 2010 (el índice de medición de pobreza previo era monetario) hasta 2020. Podemos considerar este lapso de tiempo como idóneo para vislumbrar el impacto de los PTC en el combate a la pobreza, ya que nuestro país contaba con un índice de pobreza multidimensional y se encontraba en funcionamiento algún PTC (Oportunidades y Prospera) con una cobertura de entre un 20 a 25% de la población total, es decir, los PTC prácticamente consolidados. Sin embargo, podemos observar una reducción de apenas 4.2 puntos porcentuales entre 2010 a 2018, cifra que se revierte posiblemente con los efectos provocados con la pandemia de COVID-19 con un incremento de 2 puntos porcentuales.

En datos más recientes, se puede observar que tanto la pobreza moderada como la extrema en México se han incrementado durante el periodo que va de 2018 a 2020. En el primer caso, se pasó de 41.9% a 43.9% de la población. En tanto, en el segundo caso de un 7% a un 8.5 %. Lo que significó un aumento de 51.9 a 55.7 y de 8.7 a 10.8 millones de personas, respectivamente en cada una de estas condiciones (CONEVAL, 2022).

Los programas de transferencias monetarias condicionadas en Latinoamérica

Los gobiernos latinoamericanos parecen haber optado por el uso de los denominados PTC para el combate a la pobreza. Lo anterior, debido a que se ha comprobado que son altamente efectivos en la reducción de la pobreza a corto plazo (Villatoro, 2007). Esto como resultado de las transferencias monetarias directas otorgadas a los hogares. Es en la década de los 90, en países como México y Brasil cuando surgen las primeras experiencias con estos programas. Con respecto a México, encontramos el Programa de Educación, Salud y Alimentación (Progresá) creado en 1997; mientras que en Brasil, es a partir de 1995, cuando se inicia la implementación de las transferencias de renta, comienza el Programa de Erradicación del Trabajo Infantil (PETI) y Bolsa Escola (Rocha, 2013).

La expansión y la consolidación de las transferencias asistenciales como elemento central de la política social es una característica del periodo 2004-2011 (Rocha, 2013, pág. 18). Durante este espacio de tiempo se consolidan programas como Oportunidades (México) implementado en 2002, el cual con apenas un presupuesto del 0.42% del PIB, alcanzaba en 2013 (último año en funcionamiento), una cobertura de al menos una quinta parte del total de la población mexicana (CEPAL, s.f.). Algo similar sucedió con el caso de Prospera (México) en 2018, ya que con un presupuesto del 0.35%

del PIB, contaba con una cobertura similar al anterior programa. Lo que los convirtió en los Programas de Transferencias Monetarias Condicionadas modelo a nivel internacional (CEPAL, s.f.).

Para poder abordar a los PTC es necesario definirlos. De acuerdo con Higgins (2012), este tipo de programas “son transferencias monetarias que se enfocan en las familias pobres y requieren un específico nivel de inversión en capital humano de los hogares de los niños” (pág.91). Otros autores como Fiszbein y Schady (2009), adoptan esta misma línea.

La definición anterior es demasiado general, y hasta cierto punto ambigua. No todos los PTC están dirigidos específicamente a las familias, sino que pueden tomar en consideración grupos vulnerables. Por ejemplo, el programa paraguayo Abrazo que atiende a niños, niñas y adolescentes trabajadores y/o en riesgo de trabajo infantil. No obstante, algo necesario, parece ser la condición de pobreza, en tanto familia o individuo.

Para Villatoro (2007) “los PTC integran la asistencia en el corto plazo con la superación de la pobreza en el largo plazo. Desde la creación de los PTC a mediados de los 90 en Brasil y México las transferencias monetarias se han empleado para el alivio inmediato de la pobreza a corto plazo” (pág. 5). Sin embargo, la inversión en el desarrollo de capital humano con el propósito de romper el ciclo intergeneracional de la pobreza en el largo plazo, se ha modificado ligeramente. En la actualidad existen programas como I20 a los 65 (Panamá) o Asignación Universal por Embarazo (Argentina), donde no encontramos precisamente una condicionante en atención al desarrollo de capital humano. El primero está dirigido a los adultos mayores y el segundo a mujeres embarazadas.

Si bien esta definición no es equívoca, es necesario agregar otros elementos. Cecchini y Madariaga (2011) señalan que la característica principal de estos programas es que entregan generalmente recursos monetarios a las familias vulnerables que se encuentran inmersas en situación de pobreza o pobreza extrema, de tal manera que para conservar el beneficio, las familias deben cumplir ciertas condicionalidades. Por otra parte Gasparini (2010), es más específico, ya que no brinda una definición de lo que son los PTC, sino que intenta una descripción de sus elementos. De manera general, los describe como programas altamente focalizados, que combaten a la pobreza a corto plazo mediante transferencias monetarias, y a largo plazo con inversión en capital humano. Además aporta dos elementos que no debemos pasar por alto: el primero de ellos se refiere a que los beneficios son prioritariamente entregados a la mujer, y el segundo a que existen evaluaciones de impacto independientes.

Con los elementos mencionados hasta ahora, podemos definir los PTC como: aquellos programas de carácter no contributivo, por

medio de los cuales se busca combatir a la pobreza, focalizada en familias o individuos. De manera inmediata se busca la reducción de la pobreza mediante transferencias monetarias directas; mientras que a largo plazo se trata de romper el ciclo de la pobreza intergeneracional (inversión en capital humano en niños y/o adolescentes). La mujer es la principal receptora de los beneficios, cuyo mantenimiento está ligado al cumplimiento de condicionalidades educativas, de salud, comunitarias o sociales, nutricionales y/o laborales.

Los programas de combate a la pobreza en México

En el caso de México se cuenta con PTC a nivel federal desde finales de los años 90. El Programa de Educación, Alimentación y Salud (PROGRESA) entró en funcionamiento en el año de 1997, durante la administración del Presidente del Partido Revolucionario Institucional (PRI), Ernesto Zedillo. Por medio del Decreto del 8 de agosto de 1997, se creó la Coordinación Nacional del Programa de Educación, Salud y Alimentación. Posteriormente, se modificó en el año 2002, y pasó a denominarse Programa de Desarrollo Humano Oportunidades (PDHO). Esto sucedió sólo dos años después de que se diera la alternancia de poder en México con el Partido Acción Nacional (PAN), cuyo candidato Vicente Fox resultó vencedor en los comicios electorales. En 2014, y con el regreso al gobierno del PRI de la mano de Enrique Peña, se realiza una modificación y surge Prospera Programa de Inclusión Social, el cual permanecería activo hasta el año 2019.

Como podemos observar, tenemos la continuidad de este tipo de programas pese a la alternancia que se ha suscitado. Incluso, con la llegada de López Obrador a la presidencia de México, se creó el Programa Becas Benito Juárez de Educación Básica en 2019. El gobierno en el poder busca asociar a este tipo de programas a su propio partido, esto se puede deber principalmente a la cobertura (20 a 25 % de la población total) que alcanzan y los beneficios electorales que ello puede traer consigo.

Programa de Educación, Alimentación y Salud (PROGRESA) (1997-2002)

El programa PROGRESA se basaba en tres componentes: educativo, salud y alimentación. Entre los objetivos propuestos en el apartado 2.1 de sus Reglas de operación para el ejercicio fiscal 2001, estaba el mejorar la educación, salud y alimentación de las familias pobres (niños, niñas y madres); establecer condiciones para el

aprovechamiento escolar; involucrar a los miembros del hogar en el proceso del programa; y el promover la participación de la comunidad (PROGRESA, 2000).

El componente educativo (apartado 7.1) estaba centrado no sólo en la oferta, sino también en mejorar calidad del servicio básico en zonas donde operaba el programa; así como en la incorporación, permanencia y aprovechamiento escolar de niños y adolescentes. Entre los beneficios (apartado 7.1.1), encontramos los siguientes:

- Becas educativas para hijos (as) menores de 18 años cursando del 3er grado de primaria al 3er grado de secundaria.
- Útiles escolares o beneficio monetario para adquisición: Se daba un monto único, que consistía en 110 pesos a niños de primaria y de reposición de 55 pesos por niño, y de 205 pesos en nivel de secundaria.

Con respecto, al monto de las becas (apartado 9) era mensual, aunque estas se entregaban bimestralmente. La cantidad monetaria que se otorgaba aumentaba conforme el grado cursado, y la cantidad en nivel primaria era la misma para ambos sexos. En secundaria las mujeres recibían una cantidad ligeramente superior, la justificación que se daba era que la deserción escolar en mujeres era mayor a la de los hombres, y con esta acción se trataba de evitarlo.

Cuadro 1. Monto mensual de las becas educativas de PROGRESA (pesos mexicanos)

Nivel educativo	Hombres	Mujeres
Primaria		
Tercero		85
Cuarto		100
Quinto		130
Sexto		170
Secundaria		
Primero	250	265
Segundo	265	295
Tercero	280	320

Fuente: Lineamientos del Programa Educación, Salud y Alimentación en PROGRESA, 2000.

En cuanto a las condicionalidades (apartado 8), entre las educativas que se adquirían, encontramos la inscripción y asistencia escolar de niños y adolescentes menores de 18 años a la educación básica. En caso de incumplimiento se generaba suspensión del apoyo.

Un último punto que debemos destacar, es que desde PROGRESA se menciona la importancia de la educación para los adultos, especialmente a las mujeres (PROGRESA, 2000). No obstante, no se incluyen acciones para su consecución, sino que las menciona como pertenecientes a otros programas, aunque se señala que son compatibles para el logro de los objetivos de PROGRESA.

En el componente de salud (apartado 7.2), se buscaba proveer a las familias de un paquete básico de servicios de salud; prevenir la desnutrición de niños y niñas mediante la entrega de suplementos alimenticios; el fomento de cuidado de salud a través de consultas periódicas; se impartía capacitación en salud, nutrición e higiene a los hogares. La atención se daba especialmente a madres embarazadas y en lactancia, así como a niños y niñas menores de cinco años. Aquí no se contemplaba alguna transferencia monetaria dirigida a los hogares en condición de pobreza. La condicionalidad que se exigía era la asistencia de miembros de familia tanto a consultas, como a sesiones de educación en salud.

En el componente alimenticio, se establecía un beneficio monetario de 130 pesos (apartado 9.1.1), que era entregado mensualmente por familia (PROGRESA, 2000). Es de destacar que el programa no contenía componentes productivos, y no se llegaba a ciudades, ni comunidades rurales de baja marginalidad (Escobar y González, 2000, pág. 5). Sin embargo, en el año 1999, PROGRESA contaba con alrededor de 2 millones de familias beneficiarias (Scott, 1999).

Programa de Desarrollo Humano Oportunidades (PDHO) (2002-2013)

El programa Oportunidades, surge mediante el Decreto del 6 de marzo del 2002, y es el sucesor de PROGRESA. La institución responsable del programa era la Secretaría de Desarrollo Social. Con respecto a las diferencias entre ambos programas fueron mínimas, y en esencia se mantuvieron los ejes principales para el combate a la pobreza que fueron transferencias monetarias y atención en educación, salud y alimentación.

Este programa tenía como población objetivo marcado en el apartado 3.2 de las Reglas de operación del PDHO para el ejercicio fiscal 2013, a los hogares con ingreso per cápita, que se encontrasen por debajo de la Línea de Bienestar Mínimo, con integrantes menores de 22 años y mujeres en edad reproductiva (OPORTUNIDADES, 2013). El objetivo general buscaba mejorar los aspectos educativos, de salud y alimentación de familias pobres. Y, al igual que PROGRESA, se contaba con un registro de beneficiarios, conocido en este caso como “Padrón activo de beneficiarios”.

El programa Oportunidades tenía como objetivo general (apar-

tado 2.1) contribuir a la ruptura del ciclo intergeneracional de la pobreza. Para ello, se enfocaba en el desarrollo de capacidades en educación, salud y nutrición de los hogares beneficiarios. En el componente educativo se otorgaban beneficios tanto en nivel básico como en el nivel medio superior. En el componente educativo (apartado 3.5.1) se detallaban los siguientes beneficios: a) becas educativas, b) beneficio para la adquisición de útiles escolares, c) beneficio jóvenes con oportunidades. De acuerdo al cuadro siguiente, nos percatamos que existían montos crecientes (apartado 3.5.4) conforme al grado cursado, y diferenciados por género a partir del nivel educativo de secundaria. De tal manera, los montos entregados a la mujer a partir de secundaria eran ligeramente superiores.

A diferencia de PROGRESA (2000) en el que los beneficios comenzaban a partir del 3º de primaria, en Oportunidades (2013) en 1º de primaria, también se incluía el nivel de educación media superior dentro de los beneficios que se otorgaban. Además, si una persona finalizaba la educación media superior antes de los 22 años se accedía a un incentivo con un monto único de 4,599 pesos denominado Jóvenes con Oportunidades (apartado 3.5.4.2).

Cuadro 2. Monto mensual de apoyos educativos julio-diciembre 2012 (pesos mexicanos)									
		Beca educativa				Adquisición de útiles escolares		Reposición de útiles escolares	
Nivel educativo		Hombres		Mujeres		Hombres y mujeres			
Primaria									
Primero		165				220		110	
Segundo		165							
Tercero		165							
Cuarto		195							
Quinto		250							
Sexto		330							
Secundaria									
		CAM ¹			CAM		CAM		CAM
Primero		480	810	510	930	410	415	N/A	N/A
Segundo		510	870	565	995				
Tercero		535	925	620	1055				
Educación Medio Superior									
Primero		810	930		415		N/A		
Segundo		870	995						
Tercero		925	1055						

Fuente: elaboración propia a partir de Reglas de Operación del Programa de Desarrollo Humano Oportunidades para el ejercicio fiscal 2013.

Las condicionalidades (apartado 3.6.2), son un elemento esencial de este tipo de programas. El programa Oportunidades toma como objetivo específico, fomentar la participación de todos los integrantes de la familia en su cumplimiento. En lo referente a las condicionalidades educativas, se requería la inscripción en centros educativos de los menores de 18 años. Aunque se ampliaba la inscripción a 22 años y once meses en caso de jóvenes con necesidades especiales. Además de ello, se requería una asistencia escolar de al menos un 85%. Debemos denotar que al igual que PROGRESA, no se menciona la repetición escolar y el rezago educativo, es decir, si un menor de 18 años no aprobaba el grado escolar continuaba recibiendo el recurso económico, siempre y cuando cumpliera con la asistencia y permanencia escolar.

En cuanto al componente de salud (apartado 3.5.2), se manejaba con base a tres estrategias: 1) proporción del llamado Paquete Básico Garantizado de Salud, 2) la búsqueda de una mejor nutrición de población beneficiaria, y 3) el fomento y mejora del autocuidado de las familias beneficiarias y de la comunidad. Aquí existía un monto de 345 pesos para adultos mayores de 70 años que era otorgado de forma mensual, pero liberado de forma bimestral.

En tanto, en las condicionalidades de salud (apartado 3.6.2), se señalaba la inscripción de la familia a una unidad médica, la asistencia a citas preventivas, así como el acudir a pláticas educativas de salud. Sólo se eximía de la anterior condicionalidad en caso de comprobación de discapacidad que impidiese la asistencia. Si se daba el incumplimiento se contemplaba la suspensión temporal del beneficio (mensual), de manera indefinida e incluso de manera definitiva en algunos casos.

En el componente alimentario encontramos los siguientes beneficios (apartado 3.5.4): a) alimentario 315 pesos, b) alimentario complementario 130 pesos; c) infantil 115 pesos (máximo tres beneficios).

Es importante mencionar que con Oportunidades se señalaba la llamada recertificación (apartado 4.4.3.1), un proceso mediante el cual las familias beneficiarias debían demostrar cada determinado periodo que su condición socioeconómica era la adecuada para seguir siendo elegibles. De tal manera, este proceso se ajustaba a la llamada reinclusión de PROGRESA, la cual se daba cada tres años, y tenía como objetivo determinar la situación socioeconómica de los beneficiarios cada cierto tiempo.

Prospera Programa de Inclusión Social (2014-2019)

En el caso del programa Prospera contaba con cuatro componentes: educativo, de salud, alimentario y de vinculación. En el caso del componente educativo presente en el apartado de 3.6.I de las Reglas de operación de Prospera para el ejercicio fiscal 2018, se otorgaban apoyos a nivel básico, medio superior e incluso al superior. Entre los beneficios encontrábamos los siguientes: a) becas educativas y b) apoyo para la adquisición de útiles escolares. La periodicidad de entrega de transferencias monetarias era igual a Oportunidades. Sin embargo, a diferencia de los programas previos, en este último se ampliaban los beneficios a educación superior, incluyendo beca y apoyo en transporte.

Cuadro 3. Monto mensual de apoyos educativos julio-diciembre 2014 (pesos mexicanos)									
	Beca educativa				Adquisición de útiles escolares		Reposición de útiles escolares		Apoyo para transporte
Nivel educativo	Hombres		Mujeres		Hombres y mujeres				Hombres y mujeres
Primaria									
Primero	175				235		N/A		N/A
Segundo	175								
Tercero	175								
Cuarto	205								
Quinto	265								
Sexto	350								
Secundaria									
		CAM ¹		CAM		CAM		CAM	
Primero	515	865	540	990	440	440	N/A	N/A	N/A
Segundo	540	925	600	1,055					
Tercero	570	980	660	1,120					
Educación Medio Superior									
Primero	865		990		440		N/A		N/A
Segundo	925		1,055						
Tercero	980		1,120						
Superior									
Primer grado	750				N/A				200
Segundo grado					N/A				

Fuente: Elaboración propia a partir de Reglas de Operación de PROSPERA Programa de Inclusión Social, para el ejercicio fiscal 2018.

¹ Centro de Atención Múltiple brinda atención a personas con necesidades educativas especiales.

Tomando en cuenta las condicionalidades educativas (apartado 3.8.3), el programa Prospera contaba con una serie de correspondencias. Podemos mencionar la inscripción a las y los menores de 18 años en escuelas de educación primaria y secundaria. En este caso, la beca estaba sujeta a certificación de inscripción y asistencia escolar. De igual forma, la inscripción de las y los jóvenes de hasta 22 años y once meses con necesidades educativas especiales en escuelas de educación especial. Por otro lado, otra condicionalidad era la matriculación de los jóvenes de hasta 21 años a planteles de Educación Media Superior. De forma similar a lo planteado en nivel básico era necesaria la certificación de inscripción, y se requería únicamente la permanencia escolar, además, para el cálculo del monto del último mes, se consideraba el número de talleres de autocuidado de la salud a los que asistió el becario. Con respecto a educación superior, era necesario el registro en convocatoria de la CNBES y permanencia en matrícula escolar.

En cuanto al componente de salud (apartado 3.6.2) era similar al del programa Oportunidades, se manejaban las mismas tres estrategias: 1) proporción del llamado Paquete Básico Garantizado de Salud, 2) la búsqueda de una mejor nutrición de población beneficiaria, y 3) el fomento y mejora del autocuidado de las familias beneficiarias y de la comunidad. Una diferencia que se puede encontrar es la búsqueda de la migración de las familias del llamado Paquete Básico Garantizado de Salud a las 27 intervenciones de Salud Pública del Catálogo Universal de Servicios de Salud (CAUSES). Otra diferencia era el incremento del apoyo para adultos mayores de 70 años de 345 a 370 pesos, otorgado de forma mensual y liberado de forma bimestral.

En cuanto a las condicionalidades en salud (apartado 3.8.3), la principal era el registro y asistencia de los miembros de la familia a una unidad médica. Otra de las correspondencias marcadas era la participación de los titulares en los talleres comunitarios para el autocuidado de la salud. No obstante, esta última se podía exentar si se accedía a un empleo formal. Otra opción para certificar la asistencia era mediante el cumplimiento de ciertas acciones, por ejemplo, cuando una mujer con vida sexual activa se realizaba Papanicolaou.

En el componente alimentario (apartado 3.6.3) encontramos dos esquemas uno con y otro sin correspondencia. No obstante, ambos contaban con los mismos beneficios: a) alimentario 335 pesos, b) alimentario complementario 140 pesos; c) infantil 120 pesos (máximo tres beneficios).

La principal diferencia entre el programa Oportunidades y Prospera la encontramos en la incorporación del componente de vinculación, mediante el cual este último promovía la inclusión social, productiva, laboral y financiera. En lo social se facilitaba a los

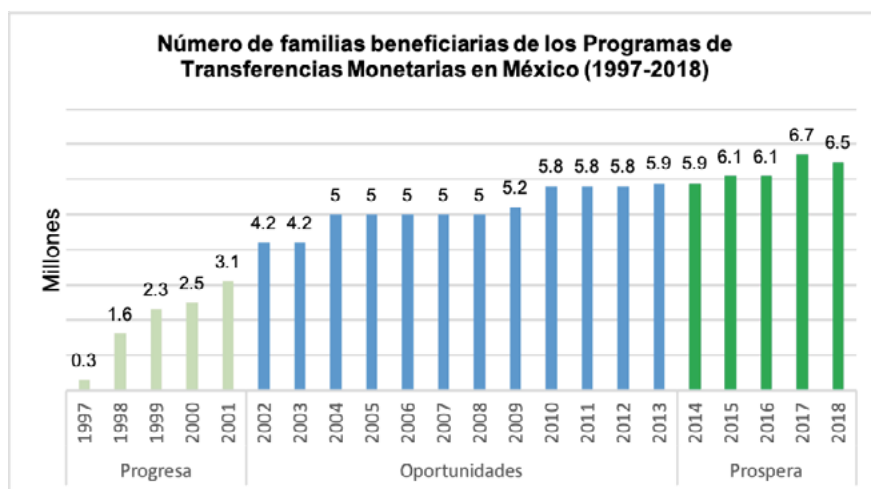
hogares atendidos el acceso a otros programas que favorecían los derechos sociales. Con respecto a inclusión productiva iba dirigida a personas mayores de 18 años pertenecientes a los hogares beneficiarios, proporcionando acompañamiento y asistencia técnica para desarrollar proyectos productivos y con ello facilitar su ingreso a programas de fomento productivo y generación de ingresos. Por su parte, mediante la inclusión laboral se buscaba que los beneficiarios accedieran a acciones o programas de capacitación y empleo del sector público y privado para que estos se insertaran en el mercado laboral formal. Finalmente en lo financiero, los beneficiarios podían recibir servicios de educación financiera, ahorro, seguro de vida y créditos.

Un punto que se debe destacar es que este programa incorpora un apoyo económico bimestral de 70 pesos a los vocales de los Comités de Promoción Comunitaria (apartado 3.7.1). Esta figura principalmente mantenía el vínculo entre las familias beneficiarias y el personal de los servicios de salud, educación e instituciones.

Cobertura

Como se ha mencionado los PTC en México fueron implementados por primera vez a finales de los años 90. Entre las principales características de estos programas se encuentra la amplia cobertura de la población que pueden alcanzar y que su presupuesto no suele exceder un 0.5 % del PIB.

En 1997, primer año de Progres, este programa alcanzó apenas una cobertura de 0.3 millones de hogares en condición de pobreza. No obstante, tuvo un crecimiento considerable en los años en que se encontró activo, logrando un tope de 3.1 millones de familias beneficiarias. En 2002 surgiría el programa Oportunidades, que llegó a ser considerado uno de los PTC de mayor extensión en Latinoamérica. De acuerdo a la CEPAL (2015), en 2003 el Programa de Desarrollo Humano Oportunidades registró a 21.62 millones de personas beneficiarias, representativas de 4.24 millones de familias. Para el año 2013 alcanzaría la cobertura de aproximadamente 5.9 millones de hogares, es decir, alrededor de 28 millones de personas eran beneficiarias, equivalente a casi un 25% de la población total en México. Se podría considerar el periodo de Oportunidades como el punto de consolidación de los PTC en México. Con Prospera la ampliación de cobertura no sería su rasgo distintivo de este tipo de programas en México. Aunque en 2018, año previo a su desaparición, alcanzaba a 6.5 millones de familias beneficiarias.



Fuente: elaboración propia a partir de la CEPAL, Programas de transferencias condicionadas. Base de datos de programas de protección social no contributiva en América Latina y el Caribe.

Los efectos de los programas de transferencias condicionadas

Se ha comprobado que los PTC son altamente efectivos en reducción de la pobreza a corto plazo (Villatoro, 2007), debido a que las transferencias monetarias dirigidas a los hogares disminuyen de forma inmediata la pobreza monetaria. No obstante, debemos reconocer que la pobreza tiene un carácter multidimensional, y no sólo implica incrementar los ingresos de los hogares. Para combatir la denominada pobreza intergeneracional, es decir, la que se hereda de padres a hijos, la estrategia de los gobiernos latinoamericanos al utilizar los PTC es enfocarse en el desarrollo de capital humano de niños y adolescentes, esto mediante el cumplimiento de ciertas condicionalidades.

Sin embargo, según Bartholo et al. (2017), las principales críticas que se pueden hacer a las condicionalidades se enfocan en tres características: a) la definición de la titularidad femenina del beneficio; b) la exigencia de las condicionalidades; y c) la incapacidad que se tiene para ampliar las posibilidades de elecciones femeninas. En el primer punto, la mujer recibe prioritariamente el beneficio convirtiéndose en el vínculo Estado- familia, pero al mismo tiempo se refuerza el papel de cuidadora del hogar. Según Franzoni y Voorend (2008), estos programas no buscan modificar la estructura tradicional. En el segundo, el propio cumplimiento de las condicionalidades puede generar una sobrecarga de actividades, ya que la mujer es la principal encargada de su observancia (Meza et al., 2002; Gammage, 2010). Finalmente, el último punto se refiere a que las propias condicionalidades pueden

limitar a la mujer, por ejemplo, en la búsqueda de un empleo en mejores condiciones.

Otro de los puntos relevantes de estos programas, es que son focalizados dirigidos específicamente a personas en condición de pobreza. Con respecto a su financiamiento los gobiernos latinoamericanos destinan en promedio 0,5% del PIB, alcanzando en algunos casos una cobertura de beneficiarios de entre un 20% a un 25% de la población total. De igual manera, determinados organismos internacionales han contribuido en ocasiones monetariamente para su implementación. Por ejemplo, el programa Red de Protección Social II (Nicaragua), contó con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2002); de igual manera Comunidades Solidarias (El Salvador) obtuvo préstamos provenientes del Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), así como de fondos no reembolsables de cooperación bilateral (Unión Europea, España, Junta de Andalucía, Luxemburgo, Estados Unidos, etc.) (STP, 2012), tan solo por mencionar algunos.

Conclusiones

Según Naciones Unidas (2020), América Latina y el Caribe se ha convertido en una de las zonas críticas de la pandemia de COVID-19. En el caso de México hasta el momento no se ha creado algún programa federal de apoyo económico derivado de la pandemia que atienda específicamente a la población en condición de pobreza. En lugar de ello, da la impresión que se ha confiado en los programas puestos en marcha durante el gobierno de Andrés Manuel López Obrador. Entre estos tenemos: Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores, Pensión para el Bienestar de las Personas con Discapacidad, Jóvenes Construyendo el Futuro, Sembrando Vida, entre otros.

A partir de los años noventa se adoptaron en México los PTC como vía para el combate a la pobreza. De tal manera, se implementaron programas tales como Progresá, Oportunidades y Prospera durante el periodo 1997-2019. Con respecto a sus componentes los tres programas manejaban el educativo, de salud y de alimentación. Sin embargo, Prospera incorporó el componente de vinculación, tratando de conseguir una inclusión social, productiva, laboral y financiera.

Como se pudo observar, los beneficios monetarios en el ámbito educativo fueron ampliándose considerando tanto los montos económicos como su nivel de cobertura. En el caso de Progresá, sólo otorgaba apoyos a nivel básico, mientras que con Oportunidades se incluyó el nivel medio superior y con Prospera se llegó al nivel

superior. Una característica particular de estos beneficios era que a partir de secundaria, la mujer recibía una transferencia monetaria superior a la de los hombres, esto para evitar el rezago educativo que resultaba mayor en mujeres. En el componente de salud, Progres a no otorgaba ninguna transferencia monetaria, y en el caso Oportunidades y Prospera encontramos un apoyo económico dirigido a adultos mayores. En lo alimentario, Progres a se limitaba a brindar una única ayuda monetaria. En cambio con Oportunidades y Prospera, además de este apoyo, se contaba con un beneficio alimentario complementario y otro infantil. Al ser Prospera el único con el componente de vinculación, éste ofrecía diversos beneficios, entre los que podemos destacar el acceso a créditos.

En el caso de las condicionalidades, los tres programas consideraban las de tipo educativo y de salud. Entre las primeras, encontramos la matriculación en algún centro educativo y la asistencia escolar. En las segundas, la inscripción en una unidad médica, la asistencia a citas y pláticas educativas de salud. Estas corresponsabilidades se ligaban a la estrategia de combate a la pobreza intergeneracional mediante el desarrollo de capital humano de niños y jóvenes. De igual manera, se debe mencionar que el incumplimiento de estas condicionalidades podía generar la suspensión del apoyo.

La continuidad de este tipo de programas está enmarcada por la amplia cobertura que poseen y el presupuesto que ocupan. En nuestro país con Oportunidades y Prospera se ha llegado incluso a casi un 25% de la población total con entre un 0.4 a 0.5% del PIB. El programa Becas para el Bienestar Benito Juárez, creado en 2019, podría considerarse el sustituto de Prospera. Si bien, se entregan transferencias monetarias, que generan efectos de reducción de la pobreza monetaria en el corto plazo, no abarca los componentes de sus antecesores, sino sólo educativos. Por otra parte, se han dejado de lado ciertas condicionalidades, por ejemplo, las de salud, tales como asistencia a centros médicos o talleres de cuidado, mismas que podrían ser de apoyo en la nueva normalidad. Tampoco se toca el aspecto nutricional. Aquí no se plantea la creación de un nuevo programa, más bien recuperar este tipo de condicionalidades que refuerzan el capital humano y generan acciones en el combate.

Bibliografía

- Cecchini, S. y Madariaga A. (2011). Programas de Transferencias Condicionadas Balance de la experiencia reciente en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, CEPAL y ASDI, Santiago de Chile.
- CEPAL (s.f.). Programas de Transferencias Condicionadas. Base de datos de Programas de protección social no contributiva en América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://dds.cepal.org/bpsnc/ptc> Consulta-

- do en: marzo 2023.
- CEPAL (2022). Panorama Social de América Latina y el Caribe 2022: la transformación de la educación como base para el desarrollo sostenible. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48518/S2200947_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CONEVAL (2010). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México, México.
- CONEVAL (2014). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México (segunda edición), México.
- CONEVAL (2022). Informe de la pobreza multidimensional en México, 2020. Metodología actualizada 2018-2020. México.
- Escobar, A. y González, M. (2000). "Progresar y el bienestar de las familias. Los hallazgos". En logros y retos: una evaluación cualitativa de Progresar en México, en más oportunidades para las familias pobres. Evaluación de resultados del Programa de Educación, Salud y Alimentación. Secretaría de Desarrollo Social. México, DF.
- Esping-Andersen, G. (1990). The Three Worlds of Welfare Capitalism, Cambridge G. Polity Press.
- Filgueira, F. (2005). Welfare and Democracy in Latin America: The Development, Crises and Aftermath of Universal, Dual and Exclusionary Social States. United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD).
- Fiszbein, A. y Schady, N. (2009). Transferencias monetarias condicionadas: Reducción de la pobreza actual y futura, Banco Mundial, Colombia.
- Gammage, S. (2010). Time Pressed and Time Poor: Unpaid Household Work in Guatemala, 16:3, pp.79-112.
- Gasparini, L. y Cruces, G. (2010). Las asignaciones universales por hijo: Impacto, discusión y alternativas. La Plata: Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales.
- Higgins, S. (2012). The Impact Bolsa Familia on poverty: does Brazil's Conditional Cash Transfer Program have rural bias? Journal of Politics & Society. pp.88-125.
- Martínez Franzoni, J. (2007). Regímenes del Bienestar en América Latina, Fundación Carolina, Documento de Trabajo n° 11, España.
- Martínez Franzoni, J. y Sánchez Ancochea, D. (2016). "Regímenes de Bienestar en América Latina: tensiones entre universalización y segmentación" en Del Pino, E., Rubio J. (eds). Los Estados de Bienestar en la encrucijada: políticas sociales en perspectiva comparada, Tecnos, España.
- Martínez Franzoni, J. y Voorend, K. (2008). Blacks, Whites, or Grays? Conditional Transfers and Gender Equality. Revista Ciencias Sociales 122, pp.115-131.
- Mesa-Lago, C. (1986). Seguridad social y desarrollo en América Latina., Revista de la CEPAL, Núm.28, pp.131-146, Santiago de Chile.
- Meza, A., et al. (2002). Progresar y el empoderamiento de las mujeres: estudio de caso en Vista Hermosa, Chiapas. Papeles de Población, 8 (31), pp. 67-93.

- NACIONES UNIDAS (2020). Informe: El impacto del Covid-19 en América Latina. 2020. Lima: UN. Disponible en: <https://peru.un.org/es/52494-el-impacto-del-covid-19-en-am%C3%A9rica-latina>
- OPORTUNIDADES (2013). ACUERDO por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa de Desarrollo Humano Oportunidades, para el ejercicio fiscal. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5289882&fecha=28/02/2013#gsc.tab=0
- PROGRESA (2000). ACUERDO que establece las Reglas de Operación del Programa de Educación, Salud y Alimentación (PROGRESA). Diario Oficial de la Federación. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/79884/2000.pdf>
- PROSPERA (2018). ACUERDO por el que se modifica el diverso por el que se emiten las Reglas de Operación de PROSPERA Programa de Inclusión Social, para el ejercicio fiscal 2018, publicado el 29 de diciembre de 2017. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/285177/ROP_PROSPERA_2018_dof.pdf
- Rocha, S. (2013). Pobreza no Brasil A Evolução de Longo Prazo (1970-2011). INAE, Estudos e Pesquisas No. 492, Rio de Janeiro.
- Scott, J. (1999). Análisis del Programa de Educación, Salud y Alimentación (PROGRESA): México, Experiencias Exitosas de Combate a la Pobreza Rural: Lecciones para una Reorientación de las Políticas. Estudio RIMISP-FAO, CIDE, México.

Las periferias metropolitanas: un acercamiento a su estudio. El caso del área urbana de Pachuca y Mineral de la Reforma en el Estado de Hidalgo

<https://doi.org/10.59307/terne1.111>

Ramírez.Avilés, J. & Solís-Murcia, G.

<https://orcid.org/0000-0002-4709-0088>

<https://orcid.org/0000-0003-1672-839X>

Resumen

El objetivo de este trabajo es explorar a pequeña escala territorial, procesos urbanos acontecidos en algunas de las periferias de la Zona Metropolitana de Pachuca, reconociendo su complejidad y sus múltiples características, así como los diferentes actores sociales y políticos que intervienen en su configuración. Lo anterior se realiza por medio del uso Sistemas de Información Geográfica, análisis de datos estadísticos e imágenes satelitales, así como revisión documental. Esro permitió analizar conurbaciones existentes entre municipios centrales y periféricos que conforman la Zona Metropolitana de Pachuca y, por lo tanto, tener un acercamiento al estudio de algunas de sus periferias, también llamados bordes urbanos. Así, se observa la predominancia de un urbanismo informal expresado en la consolidación de fraccionamientos cerrados y de asentamientos irregulares como principales detonantes del acelerado crecimiento urbano actual, sin que por el momento se observen políticas a nivel inter-metropolitano que incidan en el ordenamiento territorial y urbano, en contribución de un desarrollo urbano sustentable.

Palabras clave: *urbanismo informal, periferias, Zona Metropolitana, asentamientos irregulares.*

The metropolitan peripheries: an approach to its study. The case of the urban area of Pachuca and Mineral de la Reforma in the State of Hidalgo

Ramírez.Avilés, J. & Solís-Murcia, G.

Abstract

The objective of this work is to explore, on a small territorial scale, urban processes that occurred in some of the peripheries of the Metropolitan Area of Pachuca, recognizing its complexity and its multiple characteristics, as well as the different social and political actors that intervene in its configuration. This is done through the use of Geographic Information Systems, analysis of statistical data and satellite images, as well as documentary review. Esro allowed us to analyze existing conurbations between central and peripheral municipalities that make up the Pachuca Metropolitan Area and, therefore, have an approach to the study of some of its peripheries, also called urban edges. Thus, the predominance of an informal urbanism expressed in the consolidation of gated subdivisions and irregular settlements as the main triggers of the current accelerated urban growth is observed, without for the moment observing policies at the inter-metropolitan level that affect territorial ordering and urban, contributing to sustainable urban development..

Key words: *informal urbanism, peripheries, Metropolitan Area, irregular settlements.*

Introducción

En este trabajo se presenta una síntesis de los principales avances derivados de un proyecto de investigación más amplio que busca explorar los procesos urbanos metropolitanos a partir de lo que hemos denominado “periferias urbanas”, entendidas como esos múltiples espacios periféricos que expresan complejas realidades políticas, sociales y culturales, pero que hasta el momento parecen coincidir en un fenómeno común en el que el mercado inmobiliario formal e informal impone las reglas del juego en la administración del territorio.

La relevancia del proceso de urbanización es global impacta con mayor énfasis en algunos contextos que en otros, lo cual implica grandes retos para los gobiernos municipales y a su población, en los que se busca que lo urbano no se convierta en sinónimo de precariedad, desigualdad o de falta de derechos a la ciudad para amplios sectores de la población, sobre todo en condiciones de vulnerabilidad: población indígena, adultos mayores, migrantes, niñas y niños, entre otros.

De acuerdo al Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2018) se proyecta que para el año 2050, el 68% de la población mundial vivirá en ciudades, sin embargo esta situación es aún más alarmante en el caso de México, ya que sin el uso de proyecciones, desde el año 2010 ya se rebasaba esa cifra mundial, al contabilizarse el 78% de su población viviendo en localidades urbanas, y ya para el año 2020 ha pasado a un 80% (cálculos propios con base en los Censos de Población y Vivienda 2010 y 2020, INEGI, 2023).

En este sentido, para las metrópolis contiguas a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), una de las más grandes del país, lo anterior tiene implicaciones importantes a considerar, sobre todo en problemas particulares de ciudades hiper-globalizadas, como la contaminación y agotamiento de mantos freáticos y acuíferos, calentamiento global, violencia, por mencionar algunos. Hay estudios que han logrado identificar tanto las fortalezas como las debilidades que enfrenta el país, destacando sobre todo el modelo de crecimiento desordenado y descontrolado, así por ende se sugiere tomar medidas para reforzar la capacidad en la gestión del territorio. De acuerdo a Venencio e Iracheta (2015):

La coordinación metropolitana se ha percibido desvirtuada por el rápido crecimiento físico del área urbana, que ha rebasado los límites administrativos vigentes. Cada uno de los go-

biernos resuelve aisladamente los problemas metropolitanos, delegando el poder a los inversionistas para planificar la zona metropolitana a través del mercado. Lamentablemente, esta forma de gobierno ha estado subordinada por un modelo burocrático-autoritario, en los que el gobierno prioriza objetivos de competitividad económica, por encima de un proyecto en que la sociedad con su gobierno alcance un desarrollo en condiciones igualitarias. (Flores e Iracheta, 2015, p. 94).

En este sentido, algunos autores recomiendan recuperar la participación del Estado, en la dirección y promoción del desarrollo metropolitano, atendiendo a la gobernanza como forma de gobierno y sociedad, creando conciencia entre los actores metropolitanos sobre los problemas compartidos; residuos, contaminación, transporte, entre otros. Por lo cual, se ha recalcado en diversas investigaciones recomendaciones para la coordinación metropolitana (Iracheta, 2010).

Es así que se ha discutido en muchos estudios sobre los modelos idóneos para encausar el ya complejo proceso de urbanización que enfrentan diversas ciudades de la región. Entre los temas que sobresalen se encuentra la gobernanza metropolitana, debido a que los problemas han rebasado ya límites político administrativos, para llegar a fenómenos de índole mega-metropolitano.

No obstante, surgen ciertas interrogantes al tratar de sintetizar todo en un problema netamente demográfico, es decir ¿Cuál es el principal patrón de ese característico crecimiento o expansión?, ¿Cuáles son sus causas? ¿Realmente es el aumento de la población lo que está asociado al aumento físico superficial y de demanda de viviendas y fraccionamientos habitacionales? Al respecto, de acuerdo al Reporte Nacional de Prosperidad Urbana en México (ONU HABITAT, 2019) basado en el Índice de Ciudades Prosperas (CPI), se ha mostrado que existe un comportamiento que sugiere un fenómeno no exclusivamente demográfico, tan sólo “entre 1980 y 2017, la población urbana de México creció a una tasa promedio anual de 2.4%, mientras la superficie de sus ciudades lo hizo a un ritmo de 5.4% al año” (ONU-Habitat, 2019, pág. 21) es decir, se tuvo un 3% más en el aumento en la ocupación del suelo urbano versus el incremento poblacional, lo cual agregado al problema de la vivienda deshabitada, hacinamiento, infiere un problema de distribución territorial de los asentamientos humanos y de aplicación normativa.

Por otro lado, además de los grandes retos en la administración del territorio (un tema por sobremanera pendiente), se encuentra este crecimiento disperso, lo cual agudiza aún más los pendientes en temas de finanzas municipales y de capacidad institucional en

municipios metropolitanos conurbados que inician sus propios procesos de urbanización, ya que implica una mayor movilidad de recursos y de dotación de equipamiento e infraestructura para áreas que no estaban planeadas o contempladas para uso habitacional. Un dato importante que muestra parte de estos retos es que para el año 2020, de acuerdo a datos sobre características del entorno de manzanas urbanas, para la Zona Metropolitana de Pachuca existe un 20% de calles sin recubrimiento, agregado a las que cuentan con recubrimiento pero en malas condiciones y 80% carece de acceso a servicio de transporte público cercano (cálculos propios con base en INEGI, 2023).

Sin duda, se ha podido destacar que más que el crecimiento demográfico, que en efecto tiene sus propias necesidades, consecuencias y potencialidades, es el crecimiento desordenado y su correspondiente expansión física periférica el que agudiza ya distintos problemas metropolitanos en términos de movilidad. La reducción en el uso de transporte masivo y aumento del transporte motorizado privado, la invasión de zonas verdes, con el desplazamiento de flora y fauna, así como la falta de capacidad institucional para llevar servicios públicos a asentamientos humanos dispersos y ubicados a grandes distancias, entre otra serie de problemáticas que hasta el momento parecen agudizarse más que reducirse.

Es en este sentido que toma relevancia el análisis sobre las periferias urbanas y los procesos que acontecen sobre todo en una Zona Metropolitana con incipiente expansión, objeto de este estudio, la cual posee distintas características y variantes territoriales, pero con un comportamiento común basado en la proliferación de un urbanismo informal que controla la ocupación del suelo.

Desarrollo

En términos conceptuales en este documento se optó por retomar el concepto de periferia frente a otra serie de categorías urbanas que han surgido en los últimos años y que a grandes rasgos denotan la gran complejidad que rompe sobre todo con el binomio clásico que se tenía, tanto en los estudios cualitativos como cuantitativos, sobre el abordaje entre lo rural y lo urbano.

En ese sentido, en este trabajo se busca partir del análisis, no de la periferia como tal, sino de las “múltiples periferias” o “bordes urbanos” que acompañan los procesos sociales y que se pueden visibilizar más a pequeña escala territorial. Se parte de la periferia en el entendido no sólo de su expansión, sino reconociendo toda su complejidad social, en el sentido que considera Daniel Hiernaux y Alicia Lindón (2004) sobre “espacios periféricos”.

La periferia en términos de Hiernaux y Lindón (2004) tienen un antecedente aún no revisado ni estudiado del todo, en los suburbios, el arrabal, a decir de los autores:

...las tres voces [periferia, arrabal y suburbio] han referido a la zona de expansión de la ciudad a expensas de tierras de vocación rural, aunque no exclusivamente, toda vez que en muchas ciudades latinoamericanas la expansión urbana se ha constituido por anexión al continuo urbano de antiguos poblados. No obstante, los rasgos más frecuentes han sido la juventud relativa de las construcciones y de las formas de ocupación del suelo, así como la discontinuidad de la ocupación del espacio (Hiernaux y Lindón, 2004, pág. 104).

En este sentido, el concepto de periferia es aplicado sobre todo al contexto latinoamericano y de acuerdo a los autores es la síntesis del suburbio o del arrabal, y de la visión geométrica de una circunferencia de una ciudad, en la que se expresa el afuera del arrabal y la proximidad del suburbio.

Sin embargo, en estudios recientes Hiernaux y Lindón, 2004; Nivón, 2011) esta característica geométrica otorgada desde el urbanismo moderno al concepto urbano de periferia dejó de tener sentido y se han aportado tanto nuevas categorías analíticas como definiciones que no se acotan solamente al binomio centro-periferia, se ha realizado el esfuerzo de romper esta linealidad de observar a la periferia solamente en su expresión de marginalidad y pobreza, para comenzar a analizar sus contradicciones y fortalezas. Por ejemplo, haciendo énfasis en elementos territoriales que no han sido contemplados en la planeación regional, como lo son el patrimonio cultural material e inmaterial anclados o no a un territorio, entre otros (UNESCO, 2018).

De acuerdo a Nivón (2011), la “antropología de la periferia urbana nos introduce a una de las contradicciones más agudas de la modernidad: la tensión entre lo individual y lo colectivo, lo público y lo privado, la cohesión y la desintegración social” (Nivón, 2011, p.163). Las periferias son importantes precisamente por su complejidad y multiplicidad de actores involucrados en su consolidación o “desintegración”, son espacios que por su “juventud” tendrían que ser prioritarios para la planeación regional y urbana.

En este sentido, sus características son la juventud en sus construcciones, la discontinuidad en la ocupación del espacio, las formas de ocupación y de cambios de uso de suelo, así como de la latente conflictividad tanto institucional como social y política por la apropiación del espacio y la delimitación socio-territorial (Vargas, 2011; Pérez, 2018).

Tiene puntos de acercamiento a conceptos como el de arrabal y suburbio, el primero referenciado a connotaciones negativas: al miedo, al rechazo de la diferencia, mientras que el segundo tenía una mayor connotación positiva y de mayor cercanía a lo urbano, a lo natural y la tranquilidad.

Este hecho “negativo” de las periferias es parte de los estigmas socio-territoriales con los que vive y habita una población, del llamado urbanismo popular y de la irregularidad o asentamientos irregulares, lo cual no es un acto que no es exclusivo de los sectores populares, sino también las población de estratos económicos altos genera los mayores cambios en los usos de suelo, de apropiación y tiene formas de ocupación “irregular o ilegal” (Giglia, 2018).

En este sentido, adquiere particular importancia, debido a que al ser espacios en los que coinciden diversos actores, también se enfrentan distintos intereses, objetivos, estrategias y sobre todo conflictos, no sólo entre la sociedad civil, entre actores privados y públicos, sino entre las propias administraciones territoriales gubernamentales (Ramírez, 2021).

Por lo tanto, en el título de este trabajo se recurre a propósito, al concepto de periferias en plural y no sólo de periferia, debido no únicamente a las limitaciones que el mismo concepto puede tener al tratarlo desde su dimensiones geométricas centro-periferia, sino más bien por la complejidad señalada en párrafos anteriores, por los distintos contextos urbano políticos y nacionales que impactan cada polo o nodo de estas periferias. Son espacios que finalmente comparten una relación con otros de escala mayor como el de metrópolis y megalópolis y que, no obstante, en la investigación social y urbana no se les otorga la misma relevancia, cuando incluso es mayor por ser espacios en los que existe un óptimo potencial de actuación y de desarrollo incipiente. Son al mismo tiempo espacios de inclusión, consideradas como ciudades refugio (Sánchez, 2012; Beuf, 2013; Pérez, 2017).

En general, los aportes que existen sobre el tema conceptualizan a las periferias según sus atributos sociales, políticos, económicos e identitarios. Se habla, por ejemplo, de periferias populares (Beuf, 2013), periferias dormitorio, periferias de los suburbios, periferias de los arrabales (Hiernaux y Lindón, 2004).

En este caso, para el estudio del área urbana que concierne a esta investigación, representada en la Figura 1, en efecto se busca aproximarse a procesos urbanos periféricos, por medio de imágenes satelitales y datos estadísticos, así como con el uso de Sistemas de Información Geográfica, reconociendo que aún en cada espacio periférico quedarán ocultos otra infinidad de procesos, entendimientos y prácticas sociales vitales que dan vida también a esas distintas modalidades de espacios sociales y geográficos.

Fig. 1 Zona Metropolitana de Pachuca

Fuente: elaboración propia.

Descripción del Método

Partiendo de la delimitación espacial que se observa en la Figura 1, al hablar de la Zona Metropolitana de Pachuca, tiene ya implicaciones metodológicas que es necesario aclarar antes de proceder al análisis de las distintas configuraciones que acontecen en la expansión urbana periférica, en este caso se hace énfasis en dos municipios que han tenido un amplio crecimiento urbano: Pachuca y Mineral de la Reforma, con incidencia inmediata a las conurbaciones de los 5 municipios metropolitanos restantes, de acuerdo a la clasificación que realiza el Consejo Nacional de Población (CONAPO) para el año 2015. Uno de los principales limitantes metodológicos al realizar un estudio de la periferia, fue precisamente pasar por alto fenómenos que ocurren a nivel micro-social, así como a pequeña escala geográfica, para lo cual se requeriría de un estudio de tipo antropológico y de mayor amplitud temporal.

No obstante, en este trabajo se optó primero por realizar un análisis del crecimiento físico del área urbana de Pachuca y de Mineral de la Reforma, para lo cual no sólo se parte de fuentes de datos censales para observar la expansión aproximada por medio de las Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas (AGEBs) reportadas

por el INEGI (2018), sino además mediante la consulta a los distintos ayuntamientos metropolitanos, se solicitó información sobre los fraccionamientos habitacionales autorizados o no reconocidos por las autoridades municipales. Con base en esta información, se procedió a comparar la información proporcionada, con imágenes satelitales que permitieron observar la expansión urbana del área de estudio. Es importante señalar, que para este trabajo se hizo énfasis a la periferia urbana de Mineral de la Reforma y la zona poniente de Pachuca, esta última parte de una conurbación con el municipio de San Agustín Tlaxiaca.

Resultados preliminares y caracterización de la zona de estudio 2010-2020

La Zona Metropolitana de Pachuca (ZMP) está integrada por siete municipios, Epazoyucan, Mineral del Monte, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, San Agustín Tlaxiaca, Zapotlán de Juárez y Zempoala. Pachuca es una ciudad de servicios y con mayor presupuesto para la gestión a nivel Estatal, “ejemplifica el modo en que el crecimiento de un área urbana central subordina territorios y aglomeraciones menores a su dinámica” (Vargas, 2011, pág.135). De esta forma, Pachuca al ser un municipio central, desde la década de 1980 ha expandido su mancha urbana a Mineral de la Reforma, San Agustín Tlaxiaca y Zempoala; además, ha influido fuertemente en la dinámica de Mineral del Chico, Zapotlán y Epazoyucan; las problemáticas que presentan son de áreas metropolitanas ya que desde el 2010 superan los 400 mil habitantes (cuadro 1). Destacando por sus tasas de crecimiento poblacional, los municipios de Mineral de la Reforma, Zempoala y, en menor grado, San Agustín Tlaxiaca. Es importante mencionar que tan sólo la cantidad de población de esta zona metropolitana representa el 22% de la población total del estado de Hidalgo.

Cuadro 1. Tasa de Crecimiento Media Anual en la ZMP

Municipios metropolitanos	2010	2020	TCMA*	TCMA* 1990-2000	TCMA* 2000-2010
			2010-2020		
Epazoyucan	13,830	16,285	1.6	1.8	2.2
Mineral del Monte	13,864	14,324	0.3	-0.1	0.7
Pachuca de Soto	267,862	314,331	1.6	3.1	0.9
Mineral de la Reforma	127,404	202,749	4.8	7.4	11.3
San Agustín Tlaxiaca	32,057	38,891	2	2	2.7
Zapotlán de Juárez	18,036	21,443	1.7	2.7	1.9
Zempoala	39,143	57,906	4	1.4	4.6
Total	514206	667949	2.7	2.6	3.5

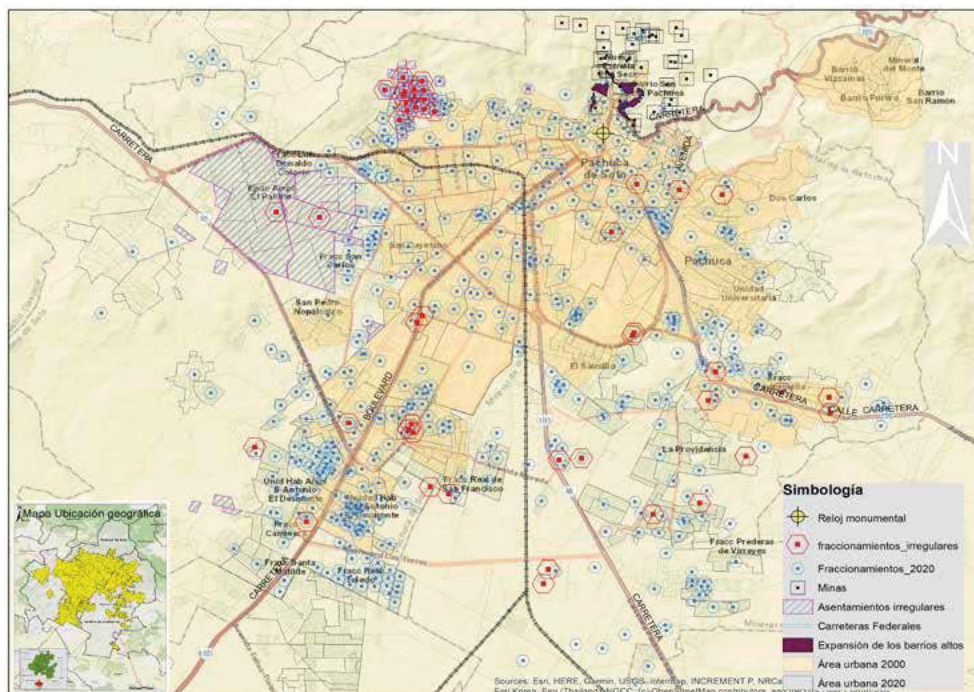
Fuente: elaboración propia con base en INEGI.

Es importante señalar además que, Mineral de la Reforma es el municipio que mayor tasa de crecimiento poblacional tuvo del año 2000 al 2010, con el 11.3% de tasa promedio anual, superior a la observada en otros municipios hidalguenses, incluyendo Pachuca e incluso la misma ZMP que presentó el 3.1%, se proyecta además que para 2030, el municipio tendrá 197,181 habitantes. Una década después al 2010, observamos que estas dinámicas y características están cambiando y aunque Mineral de la Reforma es el que predomina en crecimiento poblacional, disminuye su crecimiento y comienzan a destacar otros municipios periféricos que del 2000 al 2010 no tenían una importante presencia urbana.

En el caso del municipio de Mineral de la Reforma, que es el segundo municipio con el mayor número de habitantes, desde el año 2000 se ha autorizado la construcción de 95 fraccionamientos (figura 2), de los cuales 16 de ellos el Municipio los reporta como irregulares y 79 están reportados como regulares.

En Mineral de la Reforma, es importante señalar, que de 2000 a 2019, más de 80 fraccionamientos se encontraban autorizados, de los cuales algunos rebasaban las 10 hectáreas de superficie ocupada y 16 fraccionamientos se reconocieron como irregulares (figura 2), debido a que no contaban con los permisos municipales para su desarrollo o no se identificó su existencia. No obstante, en recorridos de campo se pudo percibir que la mayoría de estos asentamientos ya tenía un impacto importante a nivel de suelo urbano ocupado y de arrase de superficie vegetal, ya contaban con trazado de lotes, viviendas dispersas, algunos incluso se localizan sobre cerros y han invadido importante cantidad de superficie de flora y fauna, así como también se han alterado las características del paisaje urbano y natural.

Fig. 2 Distribución de fraccionamientos autorizados o reconocidos en contraste con fraccionamientos irregulares.



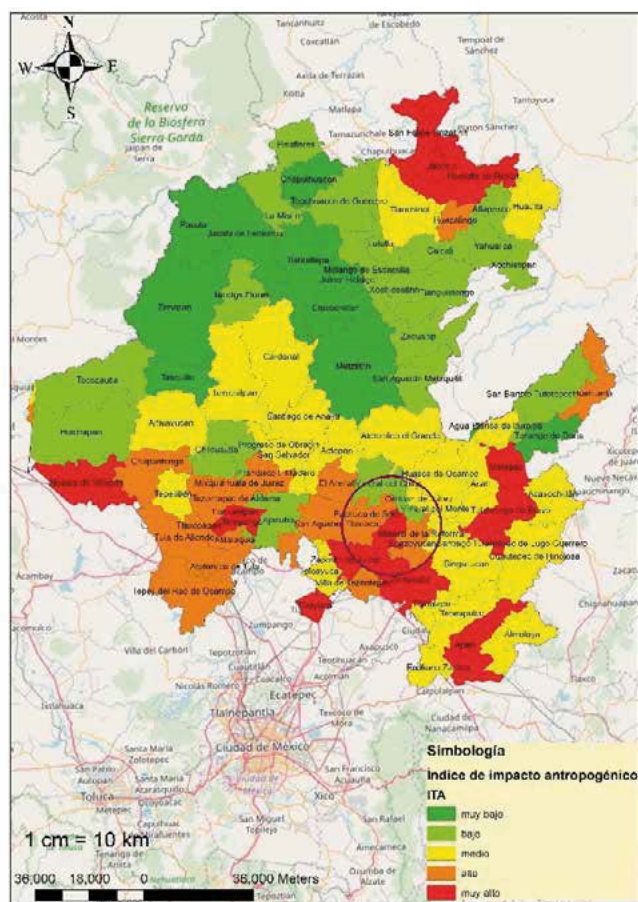
Fuente: elaboración propia con datos proporcionados en el Ayuntamiento de Mineral de la Reforma.

Con imágenes satelitales se puede observar para 2018, el caso de dos proyectos inmobiliarios que reflejan claramente una invasión y desplazamiento de especies vegetales y fauna endémica de la región y, en específico de Mineral de la Reforma. Por lo cual, no es necesario encontrar viviendas deshabitadas, sino que también se encuentran grandes procesos de lotificación y usufructo de suelo urbano que se expanden en mayor grado en grandes porciones de tierra agrícola o de propiedad ejidal, con un impacto antropogénico importante sobre el territorio, degradando laderas y cerros.

Se pueden observar fraccionamientos como el de La Loma, así como Camino Real, de Mineral de la Reforma, los cuales han modificado la trama urbana considerablemente. También se muestra el impacto de la lotificación incipiente que se encuentra en la traza urbana cercana al fraccionamiento San Antonio, entre muchos otros, en el mismo municipio.

Lo anterior es preocupante si consideramos que de acuerdo al ICN¹ y el IIA² a nivel municipal —indicadores diseñados a cargo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)— indican que Mineral de la Reforma es uno de los municipios que presenta grandes retos para integrar a sus políticas territoriales y urbanas, una visión de desarrollo sustentable, ya que al igual que Tizayuca, presenta los indicadores más altos en impacto antropogénico a nivel estatal, incluso por arriba de Pachuca, este último con indicadores “altos” (figura 3).

Fig. 3 Representación temática del IIA, para los 84 municipios del estado de Hidalgo.



Fuente: elaboración propia.

¹ ICN= cantidad del ecosistema (% área) * calidad de ecosistema (% línea de base)

² Índice de Impacto Antropogénico, indicador sintético que integra la importancia sobre indicadores de biodiversidad para mantener los procesos ecológicos y de ecosistemas. El índice mide o indica el grado de deterioro de ecosistemas, así como la pérdida de especies derivada del impacto de la actividad humana durante las últimas décadas.

Por otra parte, el municipio de Zapotlán de Juárez, según información obtenida a través del Ayuntamiento, reportan 26 fraccionamientos, de los cuales sólo dos están como regulares; el primero, El Santuario y el segundo, Residencial Paseos de Acayuca. Los otros 24 fraccionamientos están reportados como irregulares. Si bien, la población aumentó desde el año 2000 hasta el año 2020, se corrobora el desarrollo prolífero de fraccionamientos, sobre todo para atender la demanda de población inmigrante que llega a residir a estos, como se observa en algunos estudios para la ciudad de Pachuca (Granados, 2010, pág.98). Es decir, contrario a lo que se podría creer o suponer por sentido común, se indica que la mayoría de los migrantes ya sean interestatales o nacionales de los años más recientes, se asientan en zonas de baja marginación, y muy pocos se instalan en los barrios marginales y asentamientos irregulares, el 64.5% de migrantes hacia Pachuca se asientan en zonas de baja y muy baja marginación.

Por lo anterior, las condiciones de irregularidad de muchos asentamientos con estas características, muestra en primera estancia un reto importante en la planeación territorial estatal y municipal, en este caso para el estado de Hidalgo, ya que se tiene cada vez más una inminente responsabilidad y urgencia en la administración del territorio, en el cual hasta el momento el urbanismo informal parece imponer las reglas del juego por medio de fraccionadores autorizados (o no) que se benefician con la plusvalía del uso y cambios de uso de suelo, en la gran mayoría de propiedad ejidal y agrícola.

Del lado poniente de la Zona Metropolitana de Pachuca, entre San Agustín Tlaxiaca y Pachuca, en plena área de conurbación intermunicipal, se localiza el polígono de Ciudad del Conocimiento y la Cultura (figura 4) un proyecto gubernamental de gran magnitud e impacto regional, no sólo por su énfasis científico y tecnológico que busca ser un clúster educativo en conexión con la Ciudad de México, sino también se caracteriza por estar impulsado sin una correcta articulación con la planeación urbana y el ordenamiento territorial en el que su ubica y se observan cambios territoriales que hasta el momento no parecen tener un monitoreo o control.

Se observan cambios importantes en el uso de suelo por fraccionamientos que, incluso, no son reconocidos por el municipio, pero que con imágenes satelitales se observa cómo también se está detonando un fenómeno de propagación de lotificaciones, las cuales al igual que en el Municipio de Mineral de la Reforma pueden en algún momento dirigir la orientación de la distribución territorial, hacia superficies que pueden ser idóneas o no para el desarrollo

urbano, pero sobre todo que atentan contra todo objetivo de desarrollo sustentable que se tenga en términos urbanos y que va en contra de las mismas capacidades fiscales del municipio.

Figura 4. Ciudad del Conocimiento y la Cultura, periferia norponiente de la ZMP.



Fuente: elaboración propia.

La expansión del mercado inmobiliario, así como la proliferación de asentamientos irregulares, continúan en aumento. Hasta el momento de la investigación los datos permiten hacer visible una problemática muy recurrente y reportada por organismos internacionales, la cual marca retos importantes para las administraciones públicas estatales y municipales: existe una falta de congruencia entre el incremento poblacional y el crecimiento insostenido de ocupación de superficie terrestre, a la par de la falta de acceso a la vivienda para gran parte de la población, la cual habita o bien donde no debe y donde puede, a diferencia de otros sectores que habitan donde quieren y también en algunos casos donde no deben, es decir, es también importante no estigmatizar a esos llamados "asentamientos informales", debido a que en esa informalidad (a reserva de la consolidación de fraccionamientos impulsados por el mercado inmobiliario) ha marcado la consolidación urbana periférica de gran par-

te de la Ciudad de México y, en este caso, se replica en la Zona Metropolitana de Pachuca y también en esta informalidad existe riqueza en formas de participación social y ciudadana y el fortalecimiento de redes, entre otros elementos.

Como oportunamente muestra Giglia (2018) en un capítulo llamado *Los barrios periféricos de la Ciudad de México: razones para considerarlos como parte del Patrimonio Cultural de México*, como parte del documento titulado *La periferia como Patrimonio Cultural Urbano* (UNESCO, 2018), parte de este tipo de asentamientos son los que han conformado a la mayor parte de las ciudades y poseen una riqueza cultural impresionante, lo cual puede distinguirse o diferenciarse de la simple consolidación de fraccionamientos en los que solamente se establece una producción indiscriminada de viviendas, con problemas de deshabitación:

Es importante no estigmatizar a esos llamados "asentamientos informales", debido a que en esa informalidad existe riqueza en formas de participación social y ciudadana y el fortalecimiento de redes, entre otros elementos.

En suma, el urbanismo popular surgido como un fenómeno marginal y por algunos considerado hasta como aberrante, como algo que se tenía que contrarrestar a como diera lugar, no sólo ha crecido y se ha consolidado, sino que ha permeado con su lógica otros tipos de espacios. Por lo tanto, si se quiere entender el orden metropolitano propio de la ciudad de México, es decir el conjunto de las reglas y reglamentos – formales e informales – que organizan la convivencia en el espacio, no se puede soslayar al urbanismo popular como uno de los principales factores estructurantes de ese orden urbano (Giglia, 2018 citado en UNESCO, 2018, p.149).

En el caso de Mineral de la Reforma nos podemos percatar que el mayor incremento en superficie se registra del año 2010 al 2018, contrario al incremento poblacional de mayor magnitud sólo del 2000 al 2010. Agregado, estos incrementos en la traza urbana también tienen que revisarse meticulosamente, debido a que muchos de los amezanamientos representados para 2010-2020, tanto en el norponiente de la Ciudad de Pachuca como de Mineral de la Reforma, son parte de viviendas deshabitadas o de lotes fraccionados, con casas habitación dispersas, en ocasiones deshabitadas en pro-

ceso de construcción o en renta a población “flotante”³. Por otra parte, en el caso de fraccionamientos consolidados se siguen privatizando y amurallando, se incentiva a la fragmentación y a la segregación urbana y se invaden áreas verdes de importancia ecosistémica de relevancia para la región.

Conclusiones

Desde el aspecto metodológico, en este trabajo se realizó un acercamiento a dos espacios que corresponden a la periferia urbana del municipio de Mineral de la Reforma y al norponiente de la Pachuca, en el que se localiza el polígono de Pachuca, Ciudad del Conocimiento y la Cultura, este último como escenario de una gran cantidad de asentamientos irregulares y de lotificaciones en forma de fraccionamientos, los cuales probablemente en un corto tiempo estén siendo habitados bajo condiciones de precariedad en el acceso a servicios urbanos e infraestructura e implicarán un enorme reto para las autoridades gubernamentales y sociedad civil en general, agregado a las debilidades financieras y de recursos humanos que enfrentan los distintos municipios en México (Sánchez, 2021).

En este sentido, además de las imágenes satelitales obtenidas para esta investigación, se buscó complementar con datos estadísticos de fuentes oficiales y de instancias de los 7 Ayuntamientos municipales, los cuales permitieran obtener y entender el panorama general que acontece en estos espacios y sus periferias, lo cual se logra hasta cierto punto, debido a que el incremento poblacional mostrado en algunos municipios como San Agustín Tlaxiaca, se corresponde con un aun mayor incremento en su superficie ocupada o habitada.

Al respecto, merece la pena mencionar que no todos los municipios cuentan con la misma equidad en equipo técnico y humano en temas territoriales y urbanos, destacando el municipio de Pachuca con el mayor número de avances, pero también con un mayor número de retos por ser el núcleo central de la aglomeración urbana de la Zona Metropolitana de Pachuca.

De igual forma, Mineral de la Reforma destaca por su crecimiento demográfico, sino sobre todo por ser un ejemplo de lo que se ha encontrado a nivel nacional; concentrar el mayor número de superficie ocupada en comparación con sus tasas de

³ Con población flotante se hace referencia a personas que habitan o compran una vivienda ya sea temporalmente, pero que en realidad su lugar de residencia fijo es otro.

crecimiento medias anuales. Lo que corrobora incluso datos presentados por ONU-Habitat, en términos un crecimiento desordenado, con una amplia proliferación de viviendas deshabitadas o abandonadas, donde paradójicamente es la constante en el desarrollo de fraccionamientos.

Estos resultados muestran la necesidad de llevar a la práctica una mayor coordinación intermunicipal que rompa con colores partidistas, para solucionar problemas que ya rebasan los ámbitos municipales, tales como los problemas de transporte público entre municipios, el tratamiento de residuos sólidos, entre muchos otros. También se tiene que someter a reflexión el modelo de crecimiento actual que existe en la periferia urbana de la ZMP, ¿es necesaria? ¿se puede regular? ¿Qué actores políticos y sociales están incidiendo en esta expansión?. Es indispensable que se revaloren por lo tanto los artículos de la Ley de Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Hidalgo, ya que la ausencia de estos mecanismos de gestión o su (des)actualización recalca en el imaginario colectivo la creencia de la falta de planes de desarrollo urbano y territorial.

Bibliografía

- Beuf, A. (2013). De las luchas urbanas a las grandes inversiones. La nueva urbanidad periférica en Bogotá. *Bulletin de l'Institut français d'études andines* 41 (3), 443-501. <http://journals.openedition.org/bifea/344>
- Conabio. 2009. Capital Natural de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F.
- Consejo Nacional de Población y Gobierno de México (2023). Sistema Urbano Nacional y Zonas Metropolitanas, consultado en: <https://www.gob.mx/conapo/acciones-y-programas/sistema-urbano-nacional-y-zonas-metropolitanas>
- Flores, A. V., & Iracheta Cenecorta, A. (2015). Gobernanza metropolitana como estrategia para planificar y gestionar el desarrollo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. *Revista de Estudios Regionales*, (102), 91-118.
- Granados J.A. Los nuevos residentes de Pachuca: análisis de la migración y características de los migrantes en la aglomeración urbana de Pachuca. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 2010
- Hiernaux, D. y Lindón, A. (2004). La periferia: voz y sentido en los estudios urbanos. *Papeles de población*, 10 (42), 101-123. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SI405-74252004000400005&lng=es&tlng=es.
- Hiernaux, Daniel y Lindon, Alicia. La periferia: voz y sentido en los estudios urbanos. *Papeles de población* (online). 2004, vol. 10, n.42. consulta-

- da el 5 de octubre del 2020. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252004000400005&lng=es&nrm=iso. ISSN 2448-7147.
- INEGI, SCINCE (Sistema para la consulta de información censal, 2010 y 2020 (2023). Consultado en <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=13&ag=00>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (En línea). Encuesta Intercensal 2015. <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/default.html#Tabulados>
- Iracheta Cenecorta, A., (2010). El fenómeno metropolitano en México. *Economía y Sociedad*, XIV(25), 153-179.
- Nivón, E. (2011). Hacia una antropología de las periferias urbanas. En: N. García, (coordinador). *La antropología urbana en México* (págs.140-167). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, UAM
- Onu-Habitat. Reporte Nacional de Prosperidad Urbana en México 2019 (online), disponible en: <https://onuhabitat.org.mx/reporte-nacional-de-prosperidad-urbana-en-mexico-2019>
- Pérez, A. (2018). Las periferias en disputa. Procesos de poblamiento urbano popular en Medellín. *Estudios Políticos*, (53), 148-170. <https://doi.org/10.17533/udea.espo.n53a07>
- Ramírez Avilés, J. I. (2021). Gobernar las periferias: morfología de la desigualdad socioespacial y la disputa por el espacio urbano. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(28), 114-129. <https://doi.org/10.46652/rgn.v6i28.801>
- Ramírez Avilés, J.I. (2021). Implicaciones en la representación escalar y uso de geo-tecnologías en programas de ordenamiento territorial.
- Sánchez Sierra, A. (2021). Análisis de las debilidades fiscales de los municipios de México. *Inicio*, (7 Enero-Junio 2017/Año 4), 5-11. <https://doi.org/10.32870/dfe.vi7 Enero-Junio 2017/Año 4.56>
- SEDESOL, CONAPO E INEGI (2004, 2007, 2012, 2018). Delimitación de las zonas metropolitanas. México.
- UNESCO, México y Sanz, Nuria (2018). La Periferia como patrimonio cultural urbano: análisis para la acción colectiva de los barrios, metodología UNESCO México, consultado en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366301?posInSet=1&queryId=b6e04d44-cd88-4aba-8b2d-ba8b8d5a5897>
- Vargas-González, Pablo. "La conflictividad en el proceso de metropolización de la ciudad de Pachuca. *Revista Papeles de población* (online), Vol. 17, n.68, 2011, consultada el 25 de septiembre del 2020. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252011000200006&lng=es&nrm=iso. ISSN 2448-7147.

Impacto de el fenómeno El Niño en la precipitación y agricultura del estado de Hidalgo, México

<https://doi.org/10.59307/terne1.13>

Quiroz-Jiménez, J.D. ; Debajyoti-Roy, P.; Castelán Hernández C. & Islas Sanjuán, A.

<https://orcid.org/0000-0003-2439-2048>

<https://orcid.org/0000-0001-8910-8023>

<https://orcid.org/0009-0001-2944-4073>

<https://orcid.org/0000-0003-3284-8762>

Resumen

Se presenta un análisis sobre el impacto histórico de la variabilidad climática relacionada con el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) en la precipitación pluvial y en la producción agrícola del estado de Hidalgo. Para hacerlo se compara el Índice Oceánico El Niño (ONI) (1950-2022), con trece estaciones meteorológicas distribuidas en distintas regiones del estado y la información agroalimentaria disponible (1980-2021) para la entidad de cuatro de cultivos representativos. Se puede observar que el fenómeno ENOS repercute en la precipitación, pues durante la fase Niño disminuye y en la fase Niña aumenta o se mantiene cercana a la media. Sin embargo, la magnitud del cambio y sus consecuencias, son dependientes de cada fenómeno individual y el lugar donde se registró. Así mismo, históricamente la producción agrícola también ha sido afectada por este tipo de variabilidad climática. En años de ENOS fortalecidos se han presentado pérdidas de hasta el 50 % de las hectáreas cultivadas debido a la intensificación de sequías, inundaciones, etc.

Palabras clave: *El Niño, La Niña, cambio climático precipitación, agricultura.*

Impact of El Niño phenomenon on precipitation and agriculture in the state of Hidalgo, Mexico

Quiroz-Jiménez, J.D. ; Debajyoti-Roy, P. ; Castelán Hernández C.& Islas Sanjuán,A.

Abstract

An analysis of the historical impact of climate variability related to the El Niño Southern Oscillation (ENSO) phenomenon on rainfall and agricultural production in the state of Hidalgo is presented. To do so, the El Niño Oceanic Index (ONI) (1950-2022) is compared with thirteen meteorological stations distributed in different regions of the state and the agri-food information available (1980-2021) for the entity of four representative crops. It can be observed that the ENSO phenomenon affects precipitation, since during the El Niño phase it decreases and in the El Niña phase it increases or remains close to the average. However, the magnitude of the change and its consequences depend on each individual phenomenon and the place where it was recorded. Likewise, historically agricultural production has also been affected by this type of climate variability. In years of strengthened ENSO, there have been losses of up to 50% of the cultivated hectares due to the intensification of droughts, floods, etc.

Keywords: *El Niño, La Niña, climate change, precipitation, agriculture*

Introducción

Las proyecciones de cambio climático para México no son alentadoras. En un país donde más del 30 % del territorio presenta aridez y grandes problemas de sequía, los aumentos de temperatura suponen mayor estrés hídrico y la sobreexplotación de acuíferos, en regiones ya vulnerables como las del centro-norte de México (Martínez-Austria y Patiño-Gómez, 2010; CONAGUA, 2011; Diffenbaugh *et al.*, 2011; Diffenbaugh y Field, 2013; IPCC, 2014, 2021). Las repercusiones sociales se estiman mayores, pues se prevé que nuestro país sea uno de los primeros cinco a nivel mundial donde la pobreza aumentará en función del cambio ambiental (Saldaña-Zorrilla y Sandberg, 2009; Feng, *et al.*, 2010; Oppenheimer, 2013).

Si bien queda claro que el calentamiento actual tiene un origen antropogénico, la variabilidad climática también es natural y opera en diferentes escalas (ej. Interanual, decadal). Sin embargo, se estima que el cambio actual puede alterar diferentes fenómenos climáticos como los ciclones tropicales, los frentes fríos, el fenómeno de El Niño, etc., (IPCC, 2021). De esta manera, es imprescindible comprender la climatología y las repercusiones que puede conllevar la alteración de las variables hidrometeorológicas para así proyectar escenarios de ambientales, económicos y sociales en el país y estados (Velazco-Hernández *et al.*, 2021).

El fenómeno conocido como El Niño Oscilación del Sur (ENOS), puede desencadenar cambios en las temperaturas, precipitación y demás variables meteorológicas y afectar sustancialmente las actividades económicas del país y del estado de Hidalgo a través de sequías, inundaciones, pérdida de cosechas, etc., (Velazco-Hernández *et al.*, 2021; Banco de México, 2022).

El Niño se desarrolla en el océano Pacífico y se caracteriza por el debilitamiento/fortalecimiento de los vientos alisios entre Oceanía y Sudamérica. Normalmente los vientos del este (cercaos al ecuador) acumulan las masas de agua superficial oceánica caliente frente a las costas de Australia, descubriendo aguas de menor temperatura frente a las costas de Perú; a esta fase se le conoce como neutral. Sin embargo, durante el fenómeno de El Niño los vientos alisios se debilitan, permitiendo que las aguas calientes se distribuyan más ampliamente en el Pacífico tropical (Glantz 2004; Barry y Chorley, 2004). Durante La Niña, los vientos alisios se fortalecen y agrupan aún más las aguas superficiales del mar calientes hacia Australia, volviendo más frío el Pacífico tropical y las costas de Sudamérica. Esto trae consigo grandes repercusiones en la climatología global, pues cambia los patrones atmosféricos-oceánicos globales de humedad en una periodicidad irregular entre 2 y 7 años.

En la mayor parte de México, ENOS en su fase El Niño se asocia con la disminución de la precipitación de verano y el incremento de la invernal debido a la mayor entrada de frentes fríos y nortes. De esta manera, la mayor parte del país refleja condiciones áridas y algunos estados del norte presentan condiciones más húmedas (ej. Baja California). La fase de La Niña se traduce en un la estabilidad/incremento de la precipitación de verano y se asocia con años más lluviosos por el incremento en las ondas del este y huracanes desde el Caribe y Golfo de México (Magaña, 2003). Las repercusiones de ENOS son bien conocidas pues afectan directamente los recursos hídricos, generando o recrudeciendo las sequías, inundaciones, deslizamientos de laderas, etc., que afectan directamente las actividades económicas preponderantes. Tan sólo la fase Niño de 1982-1983 se tradujo en pérdidas estimadas de casi 600 millones de dólares en las economías de México y Centroamérica (Magaña et al., 1998). Si bien la agricultura es tan sólo una de las actividades económicas del país, ENOS representa una amenaza latente que se asocia con pérdidas de hasta US410 millones en el sector. Se estima que un sistema de predicción y alerta representaría ahorros de alrededor de 10 millones de dólares anuales (Harris y Robinson, 2001; Adams et al., 2003).

En el estado de Hidalgo, ENOS supone cambios en la precipitación de verano e invierno y ha sido relacionado con eventos meteorológicos extremos como las inundaciones de Tulancingo en 1999 o el recrudecimiento de las sequías e incendios forestales en 1998 (Magaña et al., 1998; Pavón y Sánchez Rojas, 2011; Herrera et al., 2019). Sin embargo, la información regionalizada de este fenómeno aún es limitada y los estudios que aborden su impacto en la agricultura estatal son nulos.

Este trabajo busca documentar y divulgar los efectos de ENOS en la precipitación de distintas regiones del estado de Hidalgo en sus distintas fases, a partir del análisis y comparación cuali-cuantitativa de diferentes estaciones meteorológicas para así entrever las repercusiones de la variabilidad hidrometeorológica en la agricultura estatal de manera semi-cuantitativa.

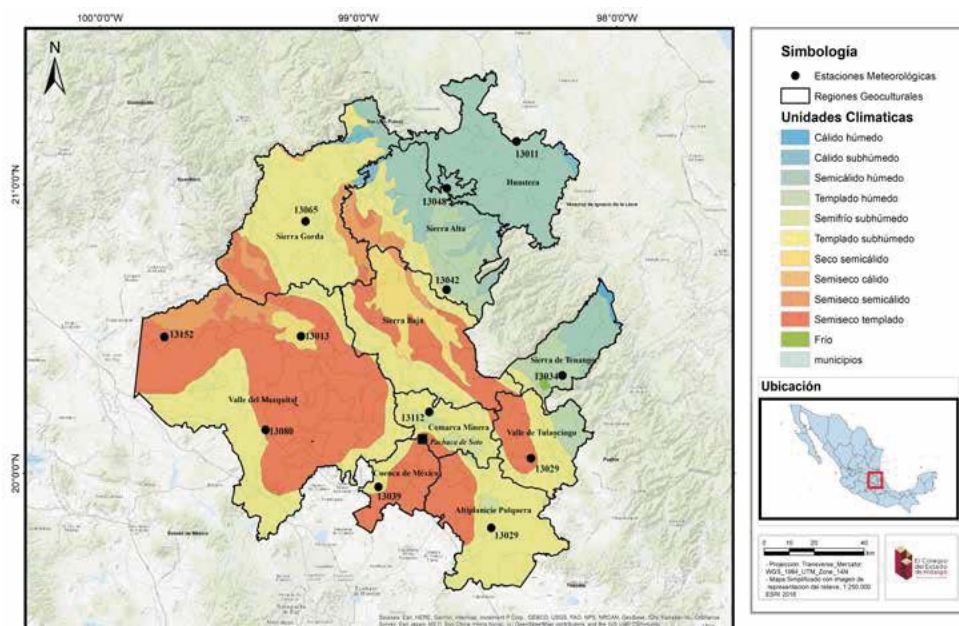
Marco geográfico del estado de Hidalgo

Con excepción de la parte norte de Baja California, donde la época de lluvias es en invierno, la hidrología de la mayor parte del país está gobernada por lluvias de verano y otoño. Durante estas estaciones del año, la migración al norte de la Zona Intertropical de Convergencia (ITCZ) y sistemas atmosféricos asociados, además de la incidencia de ciclones tropicales derivan en una época de lluvias bien marcada entre junio-septiembre y precipitación ocasional en la época de secas el resto del año. De esta forma, los meses de verano y otoño concentran alrededor de 70 % del acumulado de precipitación anual y los meses restantes el 30 %.

El estado de Hidalgo se localiza en la parte central de México, en las coordenadas 21° 23' 55" – 19° 35' 52" latitud norte y 97° 59' 06" – 99° 51' 34" longitud, entre las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Oriental, Franja Volcánica Transmexicana y la Llanura Costera del Golfo Norte. La orografía y vegetación presentes condicionan los climas cálidos, semi-cálidos, templados, semisecos, etc., prevalecientes (INEGI, 2017) (Figura 1). Las lluvias dominantes son de verano-otoño, condicionadas por amplia actividad monzónica y ciclónica que aportan entre 60% y 75 % del acumulado anual. Asimismo, durante la época de estiaje, los frentes fríos y nortes aportan humedad adicional procedente principalmente del Golfo de México y el Pacífico.

En lo que refiere a la agricultura, Hidalgo ocupa el lugar 14 a nivel nacional con 2.8 % de la producción del país. Los municipios líderes son Tecozautla, Ixmiquilpan, Mixquiahuala de Juárez, Alfajayucan y Tezontepec de Aldama y los principales productos a nivel estatal son maíz grano, alfalfa, cebada, maguey pulquero y tomate rojo (INEGI, 2017). Cabe mencionar que a pesar de los apoyos al campo, la entidad ha mantenido su producción desde 2012 y esta tendencia es diferente a la nacional que ha aumentado desde 2009.

Fig. 1 Estaciones meteorológicas distribuidas en las diferentes regiones geoculturales del estado de Hidalgo y distribución de los diferentes tipos de clima.



Fuente: elaboración propia.

Metodología

Tomando en cuenta la extensión y fiabilidad del registro meteorológico del Servicio Meteorológico Nacional, se seleccionaron 13 estaciones distribuidas a lo largo y ancho de Hidalgo, en algunos municipios representativos de las regiones geoculturales de Hidalgo (Figura 1). Las estaciones se encuentran en Tulancingo de Bravo (13082) (Valle de Tulancingo), Tenango de Doria (13034) (Sierra de Tenango), Tlanchinol (13048) (Sierra Alta), Zacualtipán de Ángeles (13042) (Sierra Baja), Huejutla (13011) (Huasteca), Tepeapulco (13027) (Altiplanicie pulquera), Zimapán (13065) (Sierra Gorda), Tecozautla (13152) (Valle del Mezquital), Ixmiquilpan (13013) (Valle del Mezquital), Tepetitlán (13080) (Valle del Mezquital), Toluca (13039) (Cuenca de México) y Mineral del Chico (13017 y 13112) (Comarca Minera). Estas estaciones brindan información climática de la región en que se asientan y permitieron construir registros de precipitación histórica de al menos 30 años de duración, desde 1950 hasta el año 2021. Asimismo, se definió la variabilidad del Índice Oceánico El Niño (ONI) a partir de los datos del Centro de Predicción Climática dependiente de la Administración Nacio-

nal Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA, 2023). Este índice considera las diferencias de las variaciones trimestrales de la temperatura superficial del mar (ej. Enero-Febrero-Marzo vs Febrero-Marzo-Abril) para conocer y proyectar condiciones oceánicas del Pacífico y la formación de ENOS desde 1950. Los valores positivos de ONI indican la formación de la fase Niño y los negativos, la fase Niña, cuya interpretación hace uso de rangos para definir intensidad. Índices $\pm 0 - 1.0$ sugieren fenómenos ENOS débiles, $\pm 1.0 - 1.5$ - moderados, $\pm 1.5 - 2.0$ - fuertes y superiores a ± 2.0 - muy fuertes.

A partir del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y su plataforma electrónica (SIACON) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, se obtuvo información histórica de las hectáreas sembradas, cosechadas y siniestradas de cuatro de cultivos representativos del estado, Maíz grano (T), Alfalfa (R), Cebada grano (T) y Tomate rojo (R), tomando en cuenta su modo de producción por riego y/o temporal, asumiendo su dependencia meteorológica. A continuación se presentan los parámetros que se tomaron en cuenta en este trabajo, estas definiciones parten del SIAP.

Superficie sembrada: es la superficie agrícola en que se deposita la semilla de cualquier cultivo, previa preparación del suelo.

Superficie cosechada: es la superficie de la cual se obtuvo producción del cultivo.

Superficie siniestrada: superficie de la cual no se obtuvo producción, pues se perdió por alguna causa.

La comparación entre indicadores climáticos y de agricultura tiene como base análisis cualitativos y semicuantitativos con estadística descriptiva (media, desviación estándar; $p < 0.05$). Cabe mencionar la distinta naturaleza de los indicadores, ONI analiza los cambios de tendencia oceánicos interanuales, mientras la precipitación y productividad refieren a acumulado y balance anual.

Resultados

Precipitación y ENOS

La cantidad de precipitación pluvial en el estado de Hidalgo es condicionada por el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur; sin embargo, esta influencia no es lineal y sus rangos de variabilidad cambian de acuerdo con las distintas regiones geoculturales del estado.

Los municipios con mayores acumulados de lluvia anual, son los menos susceptibles a ENOS. Por ejemplo, durante las fases Niño en nivel “muy fuerte” de 1998, los municipios de Huejutla, Tlanchinol y Tenango de Doria (Huasteca, Sierra alta y Sierra de Tenango) presentaron precipitación cercana a la media sin grandes fluctua-

ciones, mientras que en las demás regiones la lluvia disminuyó. Lo anterior puede relacionarse con la calidad del registro meteorológico pero también con las características climáticas regionales (Tabla 1). La Sierra Alta con clima húmedo, donde la época de estiaje no está bien marcada, las afectaciones de ENOS son menores y en regiones con clima más variable el efecto suele ser mayor.

Tabla 1. Registros de las estaciones meteorológicas¹.

Municipio	Clave estación	Rango temporal	Años con registro desde 1950	Calidad del registro
Tenango de Doria	13034	1942-2018	58	Bueno
Mineral del Chico	13017-13112	1923-2017	59	Bueno
Zimapán	13065	1965-2016	46	Bueno
Zacualtipán	13042	1943-2019	66	Bueno
Ixmiquilpan	13013	1923-2019	61	Bueno
Tulancingo	13082	1956-2019	63	Bueno
Huejutla	13011	1969-2019	46	Bueno
Tlanchinol	13048	1986-2019	31	Bueno
Tecoautla	13152	1986-2017	28	Regular
Tepeapulco	13027	1970-2014	36	Regular
Tepetitlán	13080	1971-2018	40	Regular
Tolcayuca	13039	1944-1989	30	Malo

Fuente: elaboración propia.

Los eventos Niño fuerte y muy fuerte de 1972-1973, 1982-1983, 1986-1988, 1997-1998, 2015-2016, se tradujeron en una disminución generalizada de la precipitación (Figura 2). Regiones como la Comarca Minera, Valle del Mezquital, Sierra Baja y Valle de Tulancingo vieron disminuida su precipitación hasta un 57 % con respecto a la media (ej. Tulancingo 1982) mientras que en el resto del estado el efecto fue menor (Tabla 2 y Figura 2).

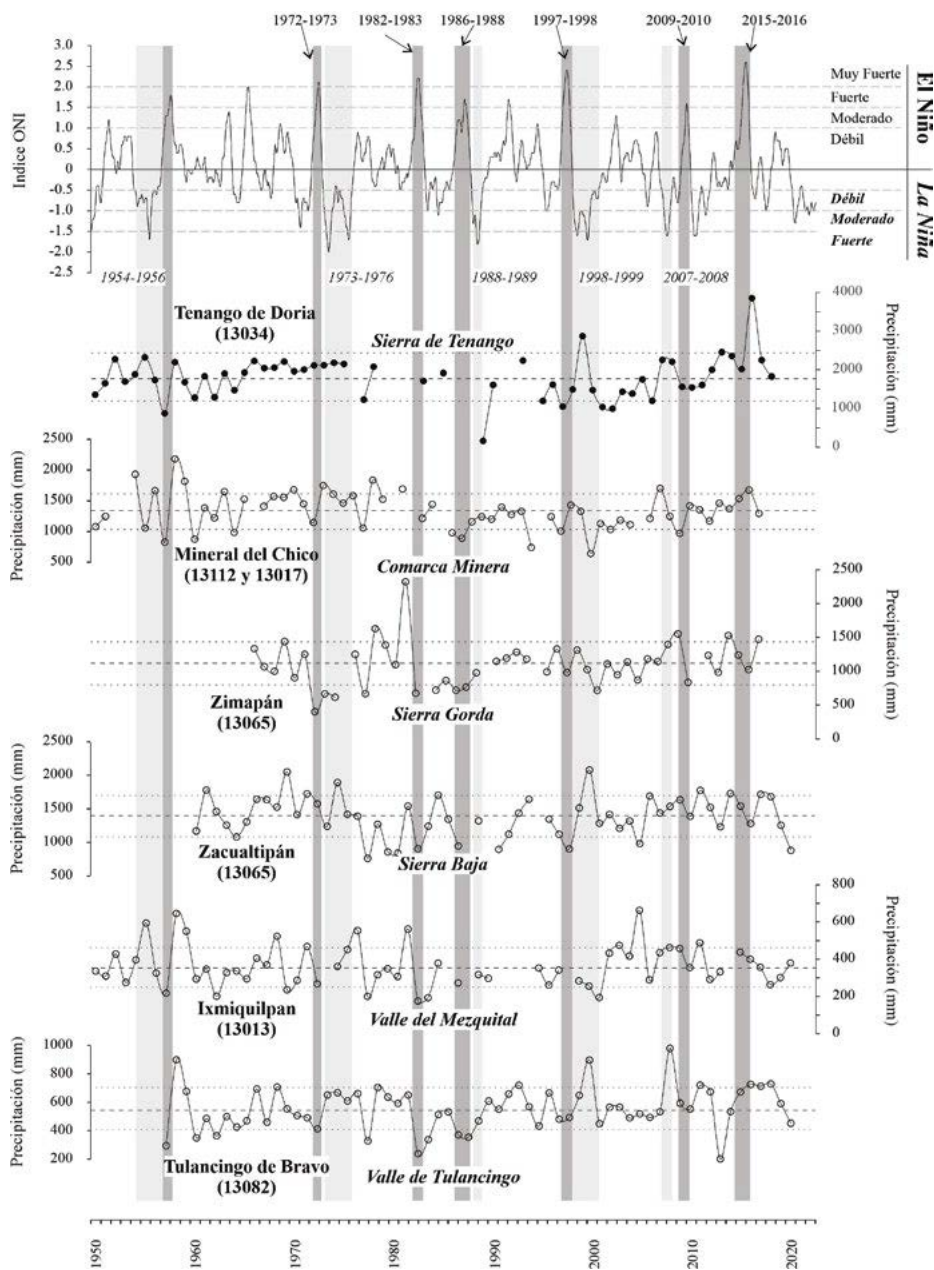
¹Se presentan rangos temporales, años con registro completo desde 1950. La calidad del registro es un parámetro cualitativo tomando en cuenta la congruencia de los datos registrados y las tendencias climáticas de la región geocultural.

Tabla 2. Porcentajes de cambio con respecto a la media en las diferentes estaciones meteorológicas. Se presentan las distintas fases de ENOS más representativas a partir de 1980. Signos negativos y positivos indican menor y mayor precipitación con respecto a la media.

Tenango de Dorila		Mineral del Chico	Zimapan	Zacualtipán	Ixmiquilpan	Tulancingo	Huejutla	Tlanchinol	Tecoautla	Tepeapulco	Tepetitán	Tolcayuca
Clave estación		13034	13065	13042	13013	13082	13011	13048	13152	13027	13080	13039
x (mm/año)		1815.0	1231.0	1397.0	357.0	562.0	1417.0	2255.0	435.0	617.0	472.0	556.0
δ		615.0	249.0	309.0	108.0	320.0	327.0	581.0	127.0	162.0	140.0	293.0
Año												
1982			-38.6	-34.7	-50.8	-57.8				-14.5	-13.2	-63.5
1983		-5.8	-4.6	-10.8	-46.0	-40.2				14.7	-19.7	-61.0
1986			-19.6	-31.8	-23.7	-34.3	-3.5	5.7		6.6		
1987			-27.9			-37.4	11.7	12.9	-46.5	-18.9	-49.6	
1988			-5.8	-5.0	-11.2	-16.8	-1.7	-32.3	-23.1	-13.7	-1.3	
1997	El Niño	-42.2	-18.2	-34.9		-12.5	-12.5	-26.5	34.3	3.4	-19.0	
1998		-18.0	16.1	8.7	-20.6	15.2	5.8	6.6	-13.5	-25.9	-6.9	
2002		-45.4	-16.1	-13.1	32.8	0.5	-21.8	-9.9	27.2		-1.8	
2003		-21.2	-3.8	-5.2	16.6	-13.0	-7.7	4.5	61.8	-5.6	8.2	
2009		-14.4	-21.3	-0.2	-0.5	-1.9	8.8	-3.5				
2010		-15.0	15.2	27.5	36.6	28.0	23.0	11.7	28.8	-7.2		
2015		10.9	24.8	-7.8	12.1	29.1	-17.7	85.1	3.1		63.1	
2016		112.0	35.9	23.2	-0.1	26.8	-12.7	37.9	-12.8			
1989	La Niña		0.9		-16.8	8.1	13.8	-32.3	-39.2	24.5	-16.4	
1999		58.1	7.9	49.2	-28.4	59.6	19.4	-4.6	-36.8		-30.9	
2007		24.2	38.2	10.4	29.6	74.1	31.1	-26.5		42.5		
2008		21.5	1.2	38.6	17.3	28.0	19.3	15.5	25.1	-9.5		

Fuente: elaboración propia.

Fig. 2 Variaciones de precipitación en las estaciones meteorológicas con registro más extenso en función de las distintas fases de ENOS².



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, la magnitud de ENOS no necesariamente se reflejó

² Los recuadros gris oscuro marcan algunos eventos Niño moderados a muy fuertes. Los recuadros gris claro indican eventos Niña representativos moderados a fuertes. Las líneas punteadas refieren a la media y desviación estándar

como un cambio equiparable en las lluvias. Por ejemplo, durante 2015-2016 el índice Oceánico El Niño (ONI) documentó la mayor fortaleza de la fase Niño desde 1950; sin embargo, sus repercusiones fueron menores que el Niño moderado de 2009-2010 e incluso la precipitación fue mayor a la media (Tabla 2, Figura 2).

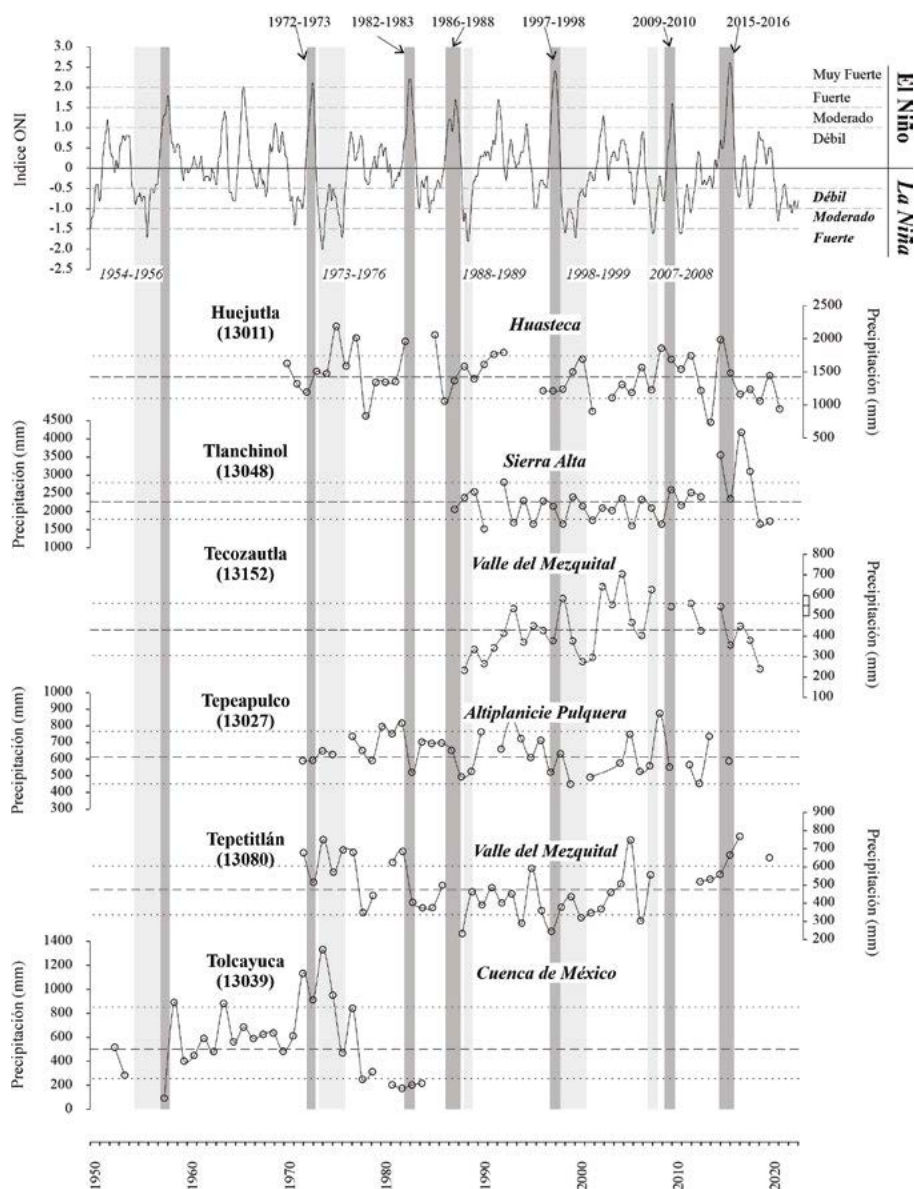
La Fase Niña de ENOS en la precipitación en México se caracteriza por valores cercanos o superiores a la media y el estado de Hidalgo exhibe este mismo comportamiento (Magaña, 2003). Años de Niña moderada-fuerte como 1954-1956, 1973-1976, 1988-1989, 1998-1999, 2007-2008, no necesariamente se tradujeron en años más húmedos que la media en todas las estaciones analizadas. Mientras en la Comarca Minera, Sierra Baja y el Valle de Tulancingo el año de 1999 la precipitación se mantuvo cercana a la media, en la Sierra de Tenango aumentó hasta un 54 % (Tabla 2).

La sensibilidad observada de las distintas regiones del estado de Hidalgo a ENOS, puede ser un reflejo de la calidad de los datos del Servicio Meteorológico Nacional pero también de los diferentes climas del estado. Los registros más amplios se encuentran en Mineral del Chico, Tenango de Doria, Zimapán e Ixmiquilpan (1950-2021), mientras en las demás regiones el registro es limitado o presenta rangos temporales muy cortos, independientemente de la calidad o congruencia del registro (Tabla 1). Sin embargo, la respuesta a ENOS de las estaciones con mejor registro meteorológico puede estar condicionada por la climatología regional. La Sierra Alta (ej. Tlanchinol), con un clima Semicálido húmedo, donde no hay una estación de secas bien definida, el efecto de ENOS es menor que en regiones con una estación de estiaje marcada y clima seco-semiseco como la Comarca minera, Valle de Tulancingo y el Valle del Mezquital) (Figura 1).

Es importante mencionar la variabilidad de ENOS de 1997 a 1999, pues en este intervalo se presentaron desastres naturales en México e Hidalgo. El fenómeno Niño muy fuerte de 1997 a 1998 pudo recrudecer la sequía. Tan sólo en el estado de Hidalgo, se presentaron alrededor de 400 incendios forestales, se perdieron más de 13,000 hectáreas de bosque y más de 370 mil hectáreas de cultivos resultaron afectados por las condiciones áridas (CONAFOR, 2023; DesInventar, 2023). Consecuentemente, en 1999 la precipitación aumentó en todas las regiones geoculturales de la entidad (Figura 2 y 3). Específicamente en el Valle de Tulancingo la precipitación anual alcanzó 897 mm, superando sustancialmente la media anual de aproximadamente 556 mm hasta en 63%, lo cual representó un incremento de más de 200 mm en comparación con 1998 (Estación 13082) y resultó en la inundación de la ciudad de Tulancingo (ej. La Jornada, 2021). Las condiciones citadas pueden relacionarse directamente con las inundaciones, deslizamientos de ladera, etc., que

dejaron alrededor de 30 mil damnificados en la entidad, y ocasionaron amplios problemas a nivel nacional (ej. La Jornada, 1999; Herrera et al., 2019).

Fig. 3 Variaciones de precipitación en las estaciones meteorológicas en función de las distintas fases de ENOS³.



Fuente: elaboración propia.

³ Los recuadros gris oscuro marcan algunos eventos Niño moderados a muy fuertes. Los recuadros gris claro indican eventos Niña representativos moderados a fuertes. Las líneas punteadas refieren a la media y desviación estándar.

Es importante mencionar la variabilidad de ENOS de 1997 a 1999, pues en este intervalo se presentaron desastres naturales en México e Hidalgo. El fenómeno Niño muy fuerte de 1997 a 1998 pudo recrudecer la sequía. Tan sólo en el estado de Hidalgo, se presentaron alrededor de 400 incendios forestales, se perdieron más de 13,000 hectáreas de bosque y más de 370 mil hectáreas de cultivos resultaron afectados por las condiciones áridas (CONAFOR, 2023; DesInventar, 2023). Consecuentemente, en 1999 la precipitación aumentó en todas las regiones geoculturales de la entidad (Figura 2 y 3). Específicamente en el Valle de Tulancingo la precipitación anual alcanzó 897 mm, superando sustancialmente la media anual de aproximadamente 556 mm hasta en 63%, lo cual representó un incremento de más de 200 mm en comparación con 1998 (Estación 13082) y resultó en la inundación de la ciudad de Tulancingo (ej. La Jornada, 2021). Las condiciones citadas pueden relacionarse directamente con las inundaciones, deslizamientos de ladera, etc., que dejaron alrededor de 30 mil damnificados en la entidad, y ocasionaron amplios problemas a nivel nacional (ej. La Jornada, 1999; Herrera et al., 2019).

Producción agrícola y ENOS

Los principales cultivos del estado de Hidalgo son obtenidos mediante agricultura de temporal (T) y de riego (R) y son: Maíz grano (T+R), Alfalfa (R), Cebada grano (T+R) y Tomate rojo (R). Este trabajo considera que la productividad agrícola del estado se relaciona directamente con el incremento o disminución de las lluvias anuales debido al fenómeno El Niño Oscilación del Sur.

Durante la fase Niño el área de cultivos cosechados es significativamente menor a los sembrados, y si bien se esperan pérdidas, año con año éstas suelen ser mayores en comparación con otros intervalos de fases neutrales. Durante la fase Niña los cultivos reflejan un incremento generalizado en la producción, sin embargo cuando este fenómeno es fuerte puede desencadenar una menor producción agrícola (Tabla 3).

Tabla 3. Se presentan los porcentajes de superficies de cultivo siniestradas con respecto a las sembradas por año. Se puede observar que durante la fase Niño de ONI los porcentajes de pérdida suelen aumentar y en la fase Niña disminuyen.

AÑO	Porcentaje de Pérdidas										
	Alfalfa	Cebada Grano	Tomate Rojo	Maíz grano	Cultivos estatales	Año	Alfalfa	Cebada Grano	Tomate Rojo	Maíz grano	Cultivos estatales
X	0.4	10.2	5.1	17.4	15.8	x	0.4	10.2	5.1	17.4	15.8
Δ	1.2	12.5	6.7	14.6	12.0	δ	1.2	12.5	6.7	14.6	12.0
1980	2.2	4.6	7.0	15.3	11.1	2001	0.0	4.9	1.8	11.2	9.5
1981	0.2	0.0	17.8	3.3	3.5	2002	0.0	15.9	0.0	14.1	16.2
1982	0.4	40.7	1.1	69.8	58.2	2003	0.0	3.5	2.3	8.0	7.7
1983	0.0	9.8	1.7	17.8	15.0	2004	0.0	2.6	9.4	5.3	5.5
1984	0.0	12.5	4.1	35.3	24.8	2005	0.1	10.8	0.7	8.9	9.3
1985	0.3	4.7	7.6	21.9	19.1	2006	0.0	0.6	3.8	3.5	4.2
1986	0.0	25.5	0.0	41.2	33.1	2007	0.0	6.3	2.4	13.6	9.7
1987	0.0	17.5	11.1	41.6	32.0	2008	0.0	4.7	0.0	4.0	4.9
1988	0.0	23.1	5.4	18.6	18.7	2009	0.0	39.5	0.4	37.8	33.7
1989	0.3	4.3	8.1	18.3	17.1	2010	0.0	6.2	0.0	17.2	14.0
1990	1.0	1.0	8.3	20.0	22.4	2011	5.4	33.4	4.1	23.0	22.6
1991	4.4	2.9	16.3	15.7	24.6	2012	0.0	1.2	0.0	5.3	4.0
1992	0.0	4.6	2.3	18.9	26.1	2013	0.0	3.1	15.1	2.8	3.2
1993	3.8	31.3	3.3	45.6	39.6	2014	0.0	1.3	10.0	2.1	2.6
1994	0.1	28.5	8.1	10.8	16.8	2015	0.0	4.0	0.0	6.2	6.2
1995	0.0	1.1	0.9	27.4	21.1	2016	0.0	1.2	0.0	2.1	2.7
1996	0.0	1.6	6.1	9.1	9.1	2017	0.0	2.0	0.7	4.8	4.7
1997	0.1	2.4	6.1	32.4	23.7	2018	0.0	1.9	0.0	4.9	4.7
1998	0.2	42.3	34.4	9.5	20.9	2019	0.0	1.0	0.0	21.5	12.4
1999	0.1	21.8	10.4	34.4	27.8	2020	0.0	0.3	0.0	9.5	6.4
2000	0.0	2.1	2.4	13.0	10.9	2021	0.0	0.8	0.4	5.2	4.1

Fuente: elaboración propia.

A nivel estatal, durante los años de 1982 y 1986-1988 (Niños fuerte-muy fuerte) las hectáreas cosechadas representaron alrededor de la mitad de las cultivadas, representando un 58 % y 32 % de las superficies totales, respectivamente. Otro ejemplo similar fue 2009, cuando las hectáreas cosechadas fueron cerca de 147 mil y representaron sólo el 33 % de las cultivadas a nivel estatal (Figura 4a).

Hay que resaltar que años ENOS moderados a muy fuertes repercuten en la producción agrícola de todos los cultivos analizados, aunque es menor, o apenas cuantificable, en aquellos que utilizan agricultura de riego y mayor en los de temporal.

La producción de alfalfa, un cultivo de riego, no presenta fluctuaciones significativas con respecto a ENOS en ninguna de sus fases, y la superficie siniestrada desde 1980 tampoco refleja relación alguna (Figura 4b). Por otra parte, la producción de tomate rojo, estrictamente de riego, sí ha sufrido repercusiones durante años Niño. En 1987 y 1998, dos intervalos ENOS moderado a muy fuerte, las superficies siniestradas alcanzaron el 11 y 34 % de la superficie cultivada, respectivamente (Figura 4e).

En los cultivos de temporal, la relación entre la producción y la variabilidad climática es más clara. El Maíz grano de temporal, representa claramente las tendencias de pérdida durante años Niño (Figura 4c). En los años 1982-1983, 1986-1988 y 1997-1998, las hectáreas siniestradas de este producto aumentaron significativamente y, por lo tanto, las áreas cultivadas disminuyeron sustancialmente con respecto a años previos y subsecuentes. En 1982, las hectáreas siniestradas superaron 139 mil y representaron el 70% de las cultivadas. Asimismo, en 2009 representaron más del 37% de la superficie sembrada. Por su parte, el cultivo de cebada grano de temporal también presenta disminuciones significativas de productividad en años Niño, con un comportamiento similar al que refleja el maíz. Prueba de ello es el Niño muy fuerte de 1997-1998 cuando las áreas siniestradas de este producto alcanzaron el 42% de las cultivadas (Figura 4d).

Cabe resaltar que para la mayoría de los cultivos las fases Niña de ENOS pueden traducirse en menores pérdidas de hectáreas de cultivos, pero no existe un comportamiento lineal entre la fortaleza de ENOS y la productividad, aunque cuando este fenómeno es fuerte, las pérdidas de cosecha pueden incrementarse. El año 1999 (Niña fuerte), pudo traducirse en la pérdida de miles de hectáreas que alcanzaron el 28% de

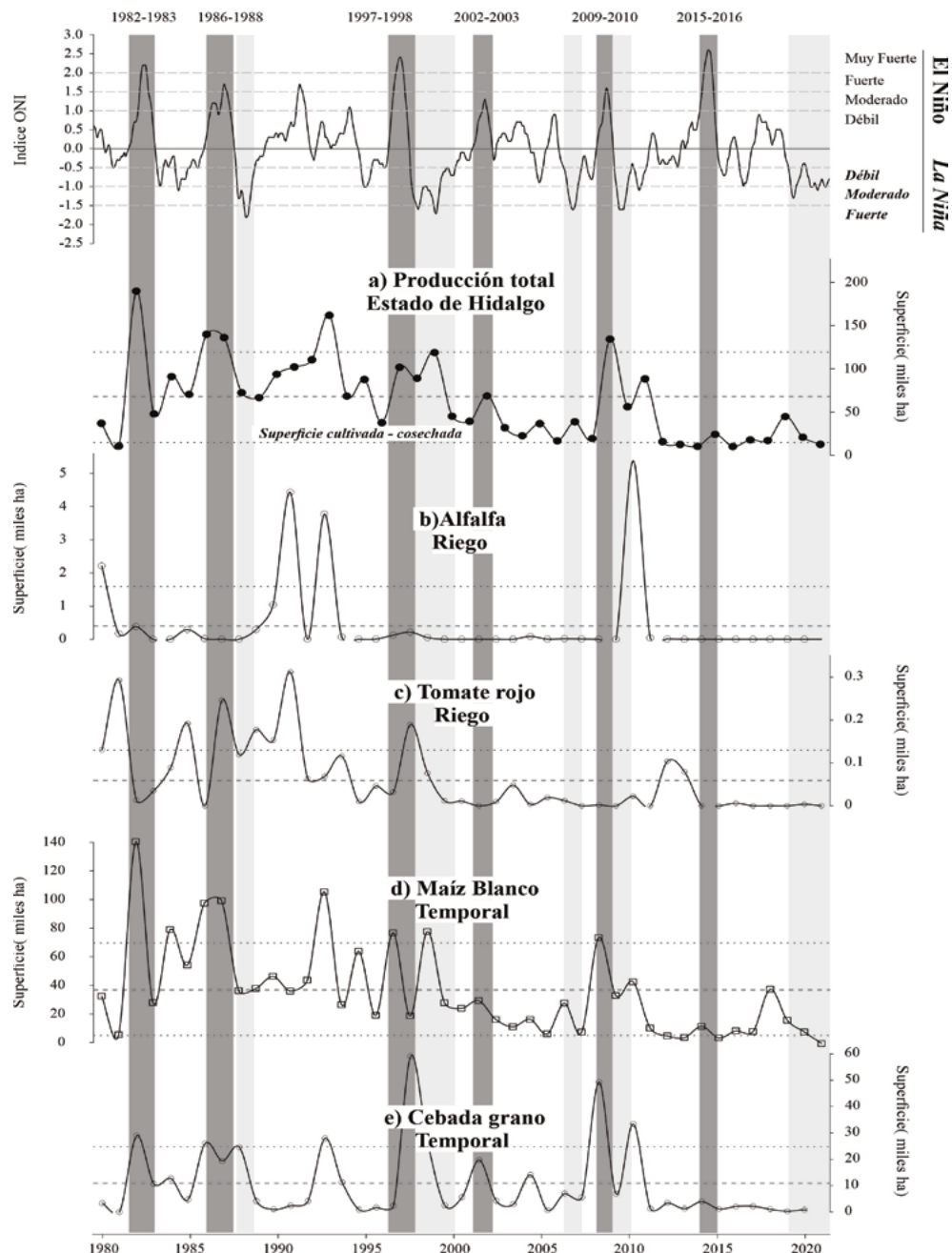
las sembradas en la entidad debido al incremento inesperado de la precipitación y problemas asociados. En este intervalo, los cultivos de tomate rojo, maíz grano y cebada grano alcanzaron 10, 21 y 34% de hectáreas perdidas.

Por otra parte, las mayores pérdidas de cultivos no se relacionan directamente con ENOS, independientemente del cultivo. El año de 1993 las hectáreas siniestradas de maíz grano representaron el 38% de las cultivadas y este comportamiento de pérdida se repite para la producción estatal y de cebada. Durante este intervalo, el Pacífico ecuatorial no desarrolló condiciones Niño relevantes, pues apenas fue débil y los factores que influyeron en la productividad fueron ajenos a este fenómeno climático.

Al igual que en la precipitación, los efectos de ENOS en la producción agrícola dependen de cada fenómeno puntual. En el caso de la fase Niño de 2015 a 2016 (históricamente la más fuerte), las hectáreas siniestradas para maíz grano, cebada y tomate rojo apenas reflejaron incrementos y las hectáreas perdidas a nivel estado tampoco reflejaron cambios significativos.

Al igual que en la precipitación, los efectos de ENOS en la producción agrícola dependen de cada fenómeno puntual. En el caso de la fase Niño de 2015 a 2016 (históricamente la más fuerte), las hectáreas siniestradas para maíz grano, cebada y tomate rojo apenas reflejaron incrementos y las hectáreas perdidas a nivel estado tampoco reflejaron cambios significativos.

Fig 4. Superficie perdida (sembrada – cosechada) o siniestrada a nivel estatal y para los distintos cultivos desde 1980. Los recuadros gris oscuro representan años Niño y los grises claro años Niña.



Fuente: elaboración propia.

Discusión

Las perspectivas de crecimiento poblacional a nivel mundial apuntan a un aumento de casi 2000 millones de personas en las próximas tres décadas y en México se estima que habrá entre 22 y 55 % más población que en 2010, es decir entre 138 y 174 millones de habitantes en 2050, respectivamente (Mendoza-Ponce et al., 2019; ONU, 2022). Esta creciente población incrementará la demanda alimentaria entre un 60 y 100 % para algunos de los cultivos más representativos del mundo (ej. maíz, arroz, trigo, soya) y la agricultura deberá producir ca. 50 % más de los alimentos que se obtenían en 2012 (Ray et al., 2013; FAO, 2017). Sin embargo, las tendencias agrícolas actuales de producción no garantizan que dicha meta pueda ser alcanzada, pues se requieren cambios drásticos de los modos de producción y consumo en un entorno cambiante con variabilidad hidrológica natural y antrópica (Gerten et al., 2020). Para México, la producción de alimentos necesaria para 2030 y años posteriores puede ser alcanzada pero se necesita aumentar la productividad, rendimientos, ampliación de la frontera agrícola y una mejor distribución de recursos (Sosa-Baldivia y Ruíz Ibarra, 2017; Torres y Rojas, 2018).

Además de los retos de producción, se deben considerar las repercusiones de ENSO en la agricultura y su recrudescimiento por el cambio climático. A nivel mundial la fase cálida de ENSO (El Niño) impacta negativamente alrededor de 22-24 % de la superficie cosechada de cereales y legumbres, siendo México uno de los países más afectados en la producción de maíz y trigo. La fase fría de ENSO (La Niña) se traduce en impactos negativos menores a su contraparte, donde el 9-13 % de las cosechas son afectadas principalmente en el hemisferio sur (Iizumi et al., 2014). Durante La Niña, la producción de maíz en México suele ser menor, sobre todo en el sur del país, aunque no representa grandes pérdidas o se encuentran cercanas a la media. Este mismo comportamiento es visible en la producción agrícola del estado de Hidalgo, donde los años de El Niño han potenciado las hectáreas de cultivos siniestrados y años La Niña las han frenado; con excepción de la fase de 1998/99 que, al igual que en Estados Unidos, Perú, otros países y diferentes partes de la República Mexicana generó grandes pérdidas económicas y alteraciones ambientales mayores (Magaña, 1999; Adams, et al., 1999; Enfield, 2001; Colas et al., 2008).

El efecto del cambio climático actual en la producción agrícola también debe formar parte de la planeación, pues los domos de calor, sequías e inundaciones serán más frecuentes, y representarán una gran amenaza para la seguridad alimentaria (IPCC, 2021; Dobler-Morales y Bocco, 2021; Estrada et al., 2022). En este contexto,

el aumento de temperaturas globales intensificará la severidad y frecuencia de “El Niño Oscilación del Sur” a corto, mediano y largo plazo (Cai et al., 2014; Yang et al., 2018). Para Cai et al. (2015) la fase Niña extrema podría ocurrir cada 13 años (actualmente ocurre cada 23 años) y el 75 % de este incremento tendría lugar después de El Niño extremo. Lo anterior representa grandes riesgos para la población, pues fases similares ocurrieron entre 1982/83 y 1997/99 y propiciaron grandes pérdidas económicas, sociales y ambientales alrededor del mundo, debilitando y condicionando las actividades económicas preponderantes (Changnon, 1999; Takahashi et al., 2001; Harris y Robinson, 2001).

Las proyecciones de cambio de ENOS y su efecto en la agricultura en México, repercutirán en diversos ámbitos, especialmente en la producción y seguridad agroalimentaria nacional y de la población más pobre (Feng et al., 2010). De acuerdo con Estrada et al. (2022), la disminución de la precipitación y el aumento de la temperatura a nivel nacional a final del siglo, permearán en el decremento del rendimiento del maíz, arroz, trigo, sorgo, soya y azúcar de caña hasta un 50 % a finales de siglo, en comparación con la media entre 2003 y 2012; generando pérdidas económicas de hasta 38 mil millones de dólares a final del siglo, es decir, casi el doble de la producción agrícola actual. El cultivo de maíz de temporal será especialmente vulnerable, pues su menor producción podría afectar a los pequeños agricultores y de autoconsumo.

La alteración climática en Hidalgo tendrá consecuencias en el campo y pondrá en entredicho la seguridad agroalimentaria de la entidad como ya lo ha hecho con anterioridad.

Un marco referencial de los efectos del clima árido extremo en la agricultura y ambiente de México serán los años próximos. El desarrollo de la fase El Niño desde finales de 2023 y su persistencia en 2024, permitirá que los termómetros superen los máximos históricos mundiales y se alteren las condiciones atmosféricas-oceánicas planetarias (NOAA climate, 2023). El entorno actual (junio 2023) donde las temperaturas máximas mensuales históricas han sido equiparadas o superadas en la mayor parte de la entidad, brinda un panorama claro sobre el futuro inmediato de Hidalgo y su vulnerabilidad. Por ejemplo, en Pachuca de Soto los termómetros han marcado 33 °C y superado la máxima histórica de 1998 por 4 °C. Una situación similar reflejan los municipios del Valle del Mezquital (principales productores agrícolas de la entidad), donde las temperaturas son equiparables a sus máximas mensuales previas (SMN, 2023; La Jornada Hidalgo, 2023).

Si bien no existen proyecciones hidrometeorológicas precisas para el estado de Hidalgo, la alteración climática tendrá consecuencias en el campo y pondrá en entredicho la seguridad agroalimentaria de la entidad como ya lo ha hecho.

El entorno más cálido esperado en los siguientes años y el resto del siglo, se traducirá en una mayor vulnerabilidad agrícola. La producción de maíz deberá recibir especial atención, pues a mayores temperaturas y aridez los impactos negativos se incrementarán tanto en los cultivos de riego como de temporal, lo cual podría ser secundado por otros productos (Murray-Tortarolo et al., 2018; Ureta et al., 2020; Estrada et al., 2022). De esta manera, si se quieren solventar los estragos del cambio climático en la entidad, la optimización de la tecnología agrícola deberá ser reforzada y optimizada, enfocándose en la de temporal que requiere menos inversión, contrario a la de riego que es costosa e inviable para los agricultores de Hidalgo y la mayor parte del país (Ureta et al., 2020). Asimismo, la implementación de un sistema de alerta temprana meteorológica estatal podría representar grandes beneficios para la entidad y su sistema agrícola (WMO, 2022).

Conclusiones

El fenómeno El Niño Oscilación del Sur impacta significativamente en la precipitación de las distintas regiones geoculturales del estado de Hidalgo y la productividad agrícola de la entidad. Esta respuesta no es lineal con respecto a la fortaleza ENSO y depende de cada fenómeno individual. A continuación se describen algunas conclusiones a considerar.

1.- El fenómeno ENSO repercute ampliamente en la hidrología del estado de Hidalgo, sin embargo su impacto es dependiente de las variables geográficas locales y particularidades de cada fenómeno. La Sierra de Tenango, Sierra Baja y Huasteca exhiben menor sensibilidad que las demás Regiones Geoculturales.

2.- De manera general, las fases El Niño disminuyen la precipitación en toda la entidad y las fases La Niña la aumentan o mantienen cercada a la media de acuerdo con cada estación meteorológica analizada. Cada fenómeno presenta respuestas diferentes no estandarizadas.

3.- Las afectaciones de El Niño en la agricultura suelen ser mayores a las de La Niña. Cuando estos fenómenos son severos y se intercalan de un año al otro, las repercusiones económicas, sociales y ambientales en el estado de Hidalgo, México y el mundo se multiplican.

4.- Los cultivos de temporal son más susceptibles a ENSO que los de riego, aunque también son afectados. Mientras los cultivos de alfalfa no presentan sensibilidad a este fenómeno climático, el maíz, cebada y tomate rojo si son sensibles y en consecuencia han

alcanzado pérdidas de hasta un 42 % de las hectáreas sembradas.

5.- En fases La Niña, la agricultura del estado de Hidalgo mantiene o eleva ligeramente su producción. Sin embargo, en fases severas se han presentado pérdidas de cultivos de hasta el 30 %.

6.- La alteración de ENSO debido al cambio climático actual debe de considerarse como un tópico de gran importancia para la planeación pública y las prácticas agrícolas del estado de Hidalgo y México. El panorama no es alentador bajo los esquemas de gestión agroalimentaria, social, política y ambiental por lo que es imperante la adopción inmediata de medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

Bibliografía

- Adams, R. M., Houston, L. L., McCarl, B. A., Tiscareño, M., Matus, J., & Weiher, R. F. (2003). The benefits to Mexican agriculture of an El Niño-southern oscillation (ENSO) early warning system. *Agricultural and Forest Meteorology*, 115(3-4), 183-194.
- Banco de México, 2022. Sequía en México y su Potencial Impacto en la Actividad Económica. Informe trimestral abril-junio 2022. Banco de México. pp. 30-35.
- Barry, R. G., Chorley, R. G., 2004. Topical weather and climate. En. *Atmosphere weather and climate*. Routledge. 262-306 pp.
- CONAFOR, 2023; Sistema Nacional de Información Forestal. Histórico Incendios Forestales 1970-2022. Comisión Nacional Forestal. Recuperado de: <https://snif.cnf.gob.mx/incendios/>
- CONAGUA, 2011. Atlas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Mexico City, DF, Mexico, 133.
- DesInventar, 2023. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. Recuperado de <https://db.desinventar.org/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=mex&continue=y>
- Diffenbaugh, N.S., Ashfaq, M., Scherer, M., 2011. Transient regional climate change: analysis of the summer climate response in a high-resolution, centuryscale, ensemble experiment over the continental United States. *Journal of Geophysical Research*, 116(D24).
- Diffenbaugh, N.S., C.B. Field, 2013. Changes in ecologically critical terrestrial climate conditions. *Science*, 341(6145), 486-491.
- Feng, S., Krueger, A.B., Oppenheimer, M., 2010. Linkages among climate change, crop yields and Mexico-US cross-border migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(32), 14257-14262.
- Glantz, M. H., 2004. El Niño. En: Oliver J., *Encyclopedia of world climatology*. Springer. 349-351 pp.
- Harris, R. L., & Robinson, S. (2001). Economy-wide effects of El Niño/Southern Oscillation (ENSO) in Mexico and the role of improved forecasting and technological change (No. 607-2016-40290).
- Herrera, E., Magaña, V., Morett, S., 2019. Relación entre eventos extremos

- de precipitación con inundaciones. Estudio de caso: Tulancingo, Hidalgo. *Nova scientia*, vol. 10, núm. 21, Universidad de La Salle Bajío A. C., Coordinación de Investigación.
- INEGI, 2017. Anuario Estadístico y Geográfico de Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 674 p.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 688.
- IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- La Jornada, 1999. En Hidalgo hay 30 mil damnificados y 20 mil hectáreas sin estradas. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/1999/10/07/al.html>
- La Jornada, 2021. Sobreviviente de la inundación de 1999 en Tulancingo, su mirada a 22 años. Recuperado de <https://lajornadahidalgo.com/sobreviviente-de-la-inundacion-de-1999-en-tulancingo-su-mirada-a-22-anos/>.
- Magaña, V., Pérez, J. L., & Álvarez, A. C. C. (1998). El fenómeno de El niño y la oscilación del sur, sus impactos en México. *Ciencias*, (51), 14-18.
- Magaña, V.O., Vázquez, J.L., Pérez, J.L., Pérez, J.B., 2003. Impact of El Niño in precipitation in Mexico. *Geofísica Internacional* 42, 313-330.
- Martínez Austria, P.F. and C. Patiño Gómez, (eds.) 2010. *Efectos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de México, Volumen III. Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el Cambio Climático*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morales, Mexico, 162 pp.
- Oppenheimer, M., 2013. Climate change impacts: accounting for the human response. *Climatic Change*, 117, 439-449.
- Pavón y Sánchez Rojas, 2011. El Niño y los incendios en matorrales semiáridos de México. En: Sánchez-Rojas, G. Pavón N. P. & C. Ballesteros-Barrera. *Cambio Climático: aproximaciones para el estudio de su efecto sobre la biodiversidad* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo ISBN 978-607-482-152-9
- Saldaña-Zorilla, S. and S. Sandberg, 2009. Impact of climate-related disasters on human migration in Mexico: a spatial model. *Climatic Change*, 96(1-2), 97-118.
- Velazco-Hernández, M. A., Morales-Acoltzi, T., Bernal Morales, R., Zago-ya-Martínez, J., et al., 2021. Relación del Índice ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) en cultivos de Tlaxcala, México: 1980-2016. *Regiones y Desarrollo Sustentable*. XXI: 40.

Flood risk in northern basin of Río de las Avenidas in Pachuca's Metropolitan Core using multicriteria decision analysis and GIS

<https://doi.org/10.59307/terne1.15>

Tapia-Fernández, H.J. & Medina-Pérez, P.C.

<https://orcid.org/0000-0003-1680-9747>

<https://orcid.org/0000-0002-2098-6570>

Abstract

During the last two centuries, the municipalities of Pachuca and Mineral de la Reforma, Mexico, have been affected by several flood events, causing affectations in infrastructure, local economy, and fringe settlements. Heavy intensity of rainfall, new housing developments covering previously permeable grounds, probably old or bad design drainage systems are the main causes for this situation. This paper presents a simple approach of urban flood hazard assessment in a region where primary data are scarce. The objectives of this study are to develop a GIS-aided urban flood hazard zoning of the two municipalities applying multicriteria decision analysis and to evaluate it by means of uncertainty and sensitivity analysis. The research methodology focused on the analysis of those variables that control the water routing when high peak flows exceed the drainage-system capacity. The model incorporates four parameters: distance to the drainage channels, a social vulnerability index, slope and land use and vegetation. A final hazard map for each category is obtained using an algorithm that combines factors in weighted linear combinations.

Keywords: *social vulnerability, risk, flooding, multicriteria analysis, GIS.*

Riesgo de inundación en la cuenca de Río de las Avenidas en el centro de Pachuca a través de análisis multifactorial y SIG

Tapia-Fernández, H.J. & Medina-Pérez, P.C.

Resumen

Durante los últimos dos siglos, los municipios de Pachuca y Mineral de la Reforma, México, se han visto afectados por varios eventos de inundación, causando afectaciones en la infraestructura, economía local y asentamientos marginales. La fuerte intensidad de las lluvias, las nuevas urbanizaciones que cubren suelos previamente permeables, los sistemas de drenaje probablemente viejos o mal diseñados son las principales causas de esta situación. Este documento presenta un enfoque simple de evaluación del peligro de inundaciones urbanas en una región donde los datos primarios son escasos. Los objetivos de este estudio son desarrollar una zonificación de riesgo de inundación urbana asistida por SIG de los dos municipios aplicando análisis de decisión multicriterio y evaluarla mediante análisis de incertidumbre y sensibilidad. La metodología de investigación se centró en el análisis de aquellas variables que controlan el direccionamiento del agua cuando los caudales máximos superan la capacidad del sistema de drenaje.

Palabras clave: vulnerabilidad social, riesgo, inundación, análisis multicriterio, SIG.

Introduction

During the last two centuries, the municipalities of Pachuca and Mineral de la Reforma, Mexico, have been affected by several flood events (Menes-Llaguno, 1993), causing affectations in infrastructure, local economy, and fringe settlements. Management of water in urban areas involves control of the wastewater discharges and the modified natural drainage network in which the built-up area is located. Fast-growing cities with increasing populations have many problems with runoff water management during storms (Fernandez and Lutz, 2010). In fact, urbanization aggravates flooding by restricting flood-water flow, covering large parts of the ground with houses, roads and pavement, obstructing channels and building drains to ensure that water will flow into rivers faster than it would under natural conditions (Harris and Rantz, 1964; Konrad and Booth, 2002; Konrad and Booth, 2005). The more people crowd into cities, the more these effects intensify. Consequently, even fairly moderate storms produce high peak flows in the discharge channels because there are more hard surfaces and drains.

The frequency of flood disasters around the world is rising (Douben, 2006). Many hypotheses had been created for explain this phenomenon: increased climatic variability, the expansion of human settlement in flood plains and river courses, and land cover and land use changes together are believed to be increasing human exposure and sensitivity to flood impacts (Kundzewicz & Kaczmarek, 2000). The persistence of loss in face of increased knowledge about the dynamics, drivers, and outcomes of hazards may well signal a significant lack of sustainability in social-environmental relations, as well as a need to reconsider the underlying principles of flood risk management (Eaken and Appendini, 2008). Flood risk is usually defined as the combination of the probability of occurrence of events and the potential consequences on people, environment and anthropic structures (Arrighi *et al.*, 2017), and depends on three factors: hazard, exposure and vulnerability (IPCC, 2012; UNISDR, 2013). Hazard is related to the physical processes with the potential to cause harm ranging from atmospheric via catchment processes to river routing, whereas exposure refers to the elements-at-risk of flooding. Vulnerability is defined as the susceptibility of the elements-at-risk to be adversely affected. Typically, exposure is quantified as the number of people and the assets in flood-prone areas, and vulnerability is represented as the damage ratio. Floods cause damage to people, buildings and infrastructures (Arrighi *et al.*, 20017). Flood damage on structures and infrastructures is classified into direct and indirect, the former being caused by physical contact with floodwater and the latter occurring far from the event,

either 30 in space or time (Thieken et al., 2006). On the one hand, direct losses to private dwellings, household contents and economic activities can be estimated through damage curves, which relate water depth to relative losses (Smith, 1994).

On the other hand, urbanization is a necessary process for Mexico's development. Nevertheless, over the years the social and spatial patterns associated with urbanization had been changing. In many regions of Mexico, continued high growth, formerly concentrated in metropolitan cores, is now emerging in small towns and intermediate-size cities (Eakin *et al.*, 2010). In Mexico, Pachuca's metropolitan core (PMC) is located in the most densely populated regions in Mexico – the megalopolis of Mexico City (Eibenschutz, 2010). Now that, the population of PMC of 0.5 million is rapidly encroaching on what remains of Río de las Avenidas undeveloped floodplain, so that incidence of flood damages is rising. Rural land and urban development and settlement patterns are rapidly evolving, institutions are in flux, and consequently perceptions of flood loss are also changing. Heavy intensity of rainfall, new housing developments covering previously permeable grounds (Pérez *et al.*, 2015), probably old or bad design drainage systems are the main causes for this situation. To date, government's approach to flooding in Río de las Avenidas floodplain has been almost exclusively structural, relying on a series of dams, river straightening and dredging (Romero-Bautista, 2012).

Applied flood risk analyses using GIS technologies, especially in urban areas, very often pose the question how detailed the analysis needs to be in order to give a realistic figure of the expected risk. The methods used in research and practical applications range from very basic approaches with numerous simplifying assumptions up to very sophisticated, data and calculation time demanding applications both on the hazard and vulnerability part of the risk (Apel *et al.*, 2008). The aim of this article is establishing the influence of urban growth on the alteration of hydrological courses in Pachuca's metropolitan core and their interactions, as well as, know the possible extension of floods, and may identify new risk areas using multicriteria analysis and Geographic Information Systems (GIS). In addition, this research tries to offer territorial analysis tools to the competent authorities to improve public policies, because throughout the country, disasters natural conditions, the problems derived from erosion, the discharge of the aquifers, the inadequacy of the hydraulic infrastructure among other consequences of serious affectation for mexicans are increasingly more frequent (Alburquerque *et al.*, 2022).

Description of Study Area

The study area covers the municipalities of Pachuca and Mineral de la Reforma that conforms Pachuca's Metropolitan Core (PMC; State of Hidalgo, Mexico). These cities have a joint population of 500,597 inhabitants spread over 264.72 km², thus being the main urban center in State of Hidalgo, and PMC is located in the most densely populated regions in Mexico – the megalopolis of Mexico City (Eibenschutz, 2010). The area is situated at the foot of the Sierra of Pachuca; it varies in topography, population density and land use. Pachuca is one of the most densely populated cities in the State of Hidalgo, with 4959 inhabitants per square kilometer, and it is the political and business center of the state. On the other hand, Mineral de la Reforma, located downhill from the previous one, is mostly suburbs, with industrial facilities. Historically, urban population growth had been confined primarily to the north of the study area. However, in recent years, urbanization has spread rapidly to the southeast with government housing developments and fringe settlements on the city's peripheries. Climate in the area under study is semi-dry with dry winters and a regime of storms in summer, although the city is frequently affected by cold fronts and tropical storms that affect the Gulf of Mexico. Mean annual precipitation is 411 mm, the vast majority of precipitation occurs between the months of May to October.

The main pluvial discharge systems that must deal with runoff water in the PMC area have a dendritic design, characterized by two principal channels: the Río de las Avenidas channel and the Río Sosa.

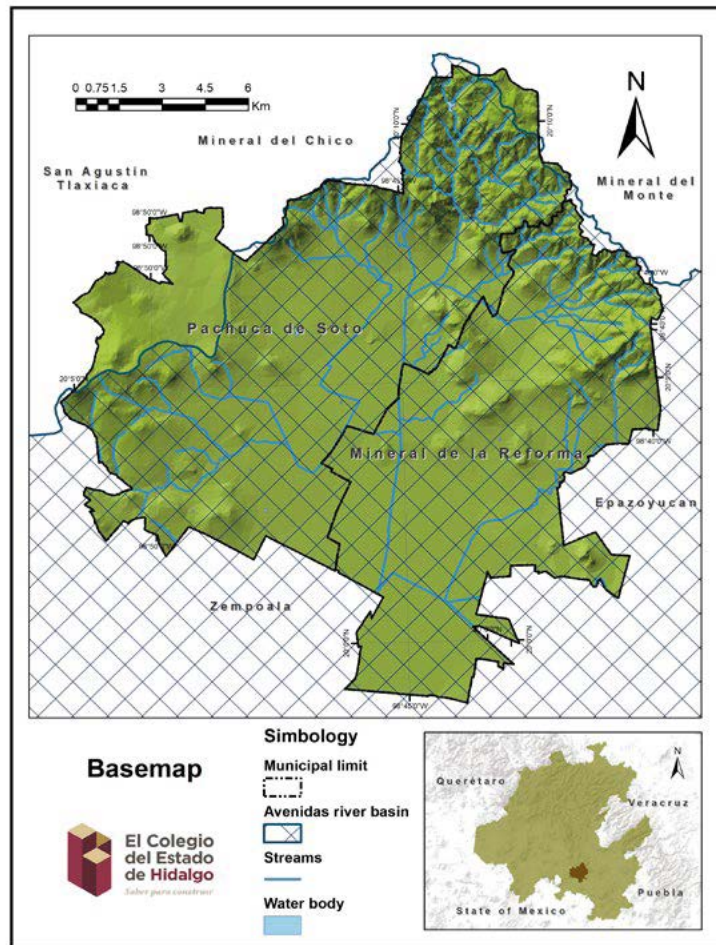
There is also a secondary system made up of small channels and streams that cross the PMC leading water to the main discharge channels. This hydrological system worked efficiently in the past but nowadays, increased paving in urban areas, and storm intensity cause higher flows that exceed system drainage capacity. In recent years, precipitation records have shown that when the intensity of tropical storms exceeds 200 mm/24 h (Hurricane Dean; Hernández-Unzón, 2007), the old drainage system is overwhelmed or cannot drain effectively into an outfall because of waste and debris (Fernandez & Lutz, 2010).

Consequently, excess water flows down roads and other paths of lesser resistance flooding low-lying areas.

Río de las Avenidas basin has a surface of 1,941 km²; 25% of the surface of this basin extends from the Sierra de Pachuca to the north, to the Sierra de Guadalupe near México City to the south (Huizar-Álvarez, 1993). Flooding may take a high toll in damage, distress, and even human lives. The characteristics of the floods are

different for both municipalities. In Pachuca the water flows fast and runs with great energy through the avenues and streets due to the steep slopes, however the Río de las Avenidas is tubed throughout its passage through the city. As for Mineral de la Reforma, intense storms cause high peak flows that exceed the drainage system capacity, flooding the streets of the city, especially in the areas with the lowest topographic gradient. Slum areas remain flooded after storms because there are few drains and most of the ground is highly compacted.

Fig 1. Pachuca's Metropolitan Core



Developed by authors based on INEGI (2020).

Metodology

Multicriteria decision analysis (MCDA) provides methodology and techniques for analyzing complex decision problems, which often involve incommensurable data or criteria.

The use of GIS and MCDA has proven successful in natural hazards analysis (Rashed & Weeks, 2003; Gamper et al., 2006) and other geo-environmental studies (Dai et al., 2001; Kolat et al., 2006), but this kind of model must have a procedure to analyze the uncertainty associated with spatial outputs. The purpose of this study is to present an urban flood hazard model using MCDA techniques with GIS support and to evaluate it by means of uncertainty and sensitivity analysis. Extreme events disrupt the occurrence of natural phenomena; whether geological, atmospheric or a combination of both.

Analysis of the factors influencing the susceptibility to flooding

The research process was carried out at three main levels of analysis to evaluate the susceptibility to flooding. In the first instance, a literature review was carried out and the relief mapping was made by processing the digital map with contour lines every 20 meters.

A digital terrain elevation model was developed, obtained by using the Digital Topographic Map from the National Institute of Statistics, Geography and Informatics (INEGI) with a resolution of 20 pixels. The Digital Elevation Models (DEM) are a representation of the surface that is a raster object which combines geospatial information with elevation values. The DEMs were created with the Delaunay triangulation method (Legrá-Lobaina et al., 2014) using TIN (Triangle Irregular Network) by triangulating a set of vertices (points) related to contour lines. Subsequently, a slope raster was created, heuristically reclassifying it to obtain the degrees of inclination of the terrain at different points in the PMC.

The objective of risk assessment and risk mapping is to represent variations in the spatial intensity of both hazard and vulnerability. Thematic risk maps are necessary tools in order to develop more adequate public policies for land use planning. In addition to taking appropriate measures in the event of an emergency (Lirer and Vitelli, 1998). According to the United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), risk can be defined as the expected number of lives lost, people injured, property damaged and economic activity interrupted due to a particular natural phenomenon (Torrieri, 2002).

Based on the selection of the determining factors that cause flooding processes, weights or weightings are assigned based on their relative influence on instability. Subsequently, the relative weight of each factor with respect to the others was determined,

using the multicriteria analytic hierarchy process method by Saaty (1980). With this method, a square matrix is first created, in which the number of rows and columns is defined, in this case by the number of instability factors. Each element of the matrix is assigned a weight, which is a value that represents the relative importance of the factor in its row with respect to the factor in its column in terms of possible instability. The factors and / or variables that were considered to determine the susceptibility to flooding were, type of slope, distance of the discharge channels, social vulnerability and cover type. An important aspect of the method used is the generation of condensed and systematic information on landforms and associated environmental phenomena, all reinforced and verified by field work. The data generated integrated with GIS is useful for the preparation of the risk map with great precision.

Matrix was built with the variables slope, distance of the discharge channels, social vulnerability, and cover type that were compared and weighed. Subsequently, the multicriteria evaluation was continued, which is applied if the criteria have different relevance to the proposed evaluation, and is based on the analysis, discussion and hierarchy of alternatives in order to generate solutions to territorial problems, dangerousness and vulnerability. Based on an objective, which in this case is to evaluate the processes of flooding hazard, a decision rule is chosen and structured to integrate the criteria, which are established from this objective (in this case four), and the selection alternatives that are represented by the spatial objects (pixels) contained in the thematic layers (digital maps).

Each of the criteria constitutes a thematic map of the GIS database, so at this stage it is understood that for the entire evaluation it is crucial to define and make the selection of criteria in an appropriate way. The multicriteria analysis bases its operation on integrating all the variables in a matrix, called decision or evaluation, where the main column contains the criteria, the main row, the alternatives, and inside the matrix are the scores obtained from the criteria. These scores represent the value, level of preference, degree of attraction or significance that each alternative has obtained for each criterion. Thus, in the matrix, quantitative values were assigned to the corresponding categories or classifications of the criteria, since generally in the printed maps or in the consulted bibliographic sources they are dimensioned in nominal or qualitative scale, so they were converted to a common range or quotient scale (Table 1).

Table 1. Factor comparison matrix to determine flooding susceptibility.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Extremly		Strongly		Moderately		Slightly		Equal	Slightly		Moderately		Strongly		Extremly	

This assessment or interpretation allowed, using the GIS, that the cartographic and thematic information of the criteria for each of the alternatives (pixels), was subjected to a series of operations of classification, overlapping, interpolation, calculation of distance or proximity in order to represent the different classes or values of hazards, and that, finally, the alternatives were reclassified into values from lower to higher according to the managed score scale (in this case 1 the lowest risk at 5 the highest risk). Once the evaluation matrix and the thematic maps were established, the relative importance of the criteria was established, because not all of them have the same influence or preference intensity as the type of evaluation projected, and assigned a specific weight or weighting.

This assignment was based on the previous references, views and experience of the specialists (researchers and decision makers), the consultation and opinion poll with experts on the subject, in the literature consulted, for all of which the characteristics of the study area were taken into account. There are different approaches to establish the weights of the criteria, among which one of the most widespread in studies of the territory and in the GIS environment is the one known as Analytic Hierarchy Process (AHP), which was developed by Saaty (1980).

The scale of measurement established for the allocation of weights is a numerical scale of 17 values or hierarchies, ranging from a minimum value of 1/9 (the least important) to 9 (the most important). Obviously on the diagonal of the matrix only values of 1 are assigned, which denotes equality with itself in the comparison of each criterion. Similarly, if two factors have the same importance, they will be given a value of 1. The GIS has a module that allows to perform the automated matrix summation procedure (and consequently maps), by superimposing and multiplying each map by a constant (weight of criteria), producing a new map, in this case the flooding risk map.

Analysis and results

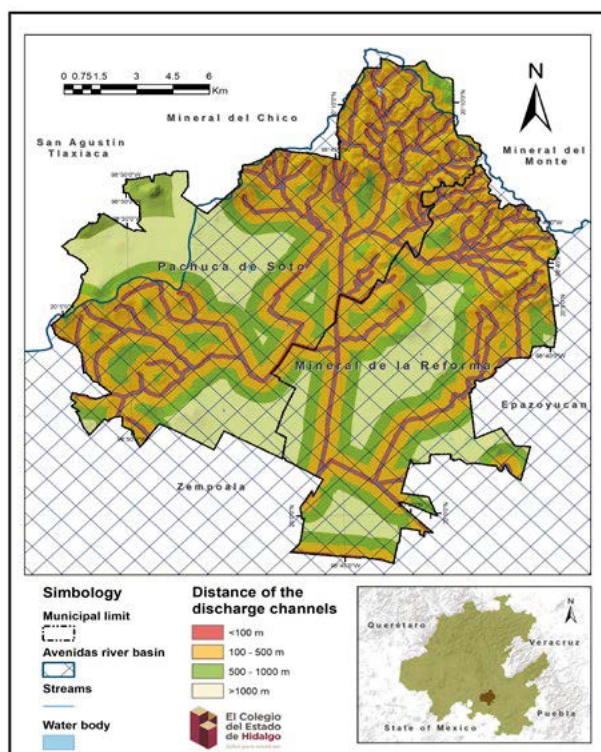
According to the American Society of Civil Engineers (1996). The process of urbanization and its hydrologic effects are widely known. At an individual development site, trees and natural cover are replaced by buildings and impervious cover. These physical

changes result in a loss of interception and depression storage, a decrease in the potential infiltration, and a redirection of principal flow paths. To evaluate the extent of flooding due to the hydrologic impact of the alteration described above, the model incorporates four variables: Distance to the discharge channels, slopes, land use and vegetation and social vulnerability. These variables were selected based on their relevance with respect to the flood susceptibility of the study area and the quality of the data sets that were available. The relevance of the variables and their classification in classes is described below.

Distance to the discharge channels

Distance to the discharge channels has great importance in urban flood mapping, in the case of Pachuca and Mineral de la Reforma. According to the records from the local authorities, the most affected areas during floods are those near these channels, as a consequence of overflow. This layer was created using a multibuffered operation identifying all areas within the specified distances from the channels. The distance intervals used were: <100 m, between 100 and 500 m, between 500 and 1000 m, and >1000 m.

Fig. 2 Distance of the principal discharge streams and channels of Pachuca's Metropolitan Core.



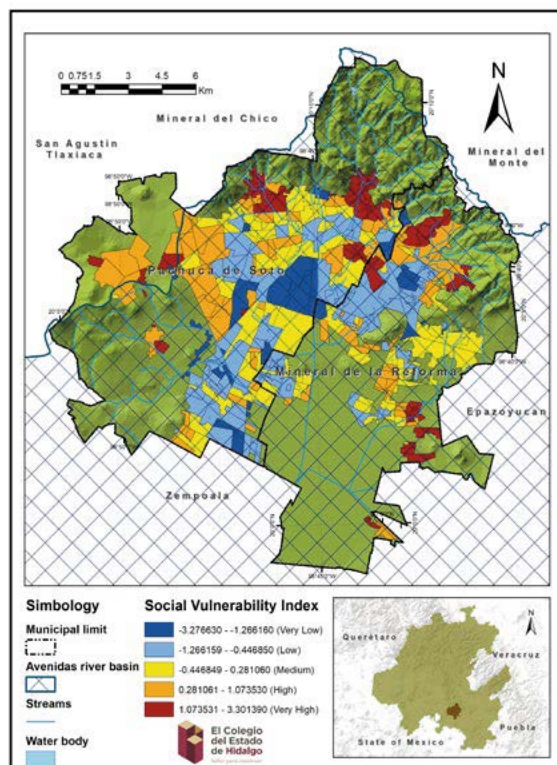
*Developed by
authors based
on INEGI
(2020).*

Social Vulnerability Index

Measure vulnerability is essential for reducing disaster risk and requires an ability to identify the complexity of this concept to reduce the potentially gatherable data to a set of important indicators that facilitate the estimation of vulnerability (Birkmann, 2013). Some approaches for measuring social vulnerability, define indicators by the spatial level, function, data basis, level of aggregation. Cutter *et al.* (2003) utilizes the hazards-of-place: those characteristics of communities and the built environment, such as the level of urbanization, growth rates, and economic vitality, that contribute to the social vulnerability of places. Model of vulnerability examines the components of social vulnerability; include the individual characteristics of people like age, race, health, income, type of dwelling unit and employment.

The resulting map shows that the areas with less social vulnerability, consisting of residential areas and apartments, are located in the lower areas of the city, occupying the floodplain of the Avenidas river. While the areas with the greatest social vulnerability, made up of popular neighborhoods and irregular settlements, are found in the upper parts of the nearby hills.

Fig. 3 Social Vulnerability Index in urban areas of Pachuca and Mineral de la Reforma.



Developed by authors based on INEGI (2020).

Dwyer *et al.* (2004) is focusing on investigating aspects of social vulnerability and not hazard, two indicators relating to hazard have been included in order to provide a context for investigating vulnerability. The indicator includes variables following a socio-economic criterion to establish the vulnerability of a person within a household to natural hazard impacts, like age, income, residence type, tenure, employment, household type, disability, house insurance, health insurance debt and savings, car, gender, injuries and residence damage. In addition, Aroca-Jiménez *et al.* (2017) raises the need to build a comprehensive indicator which requires an understanding of a social component of risk. This approach has been based on calculating composite indices from sociodemographic and economic characteristics, which considers exposure, sensitivity and resilience. After a thorough selection process, the variables were classified in 8 thematic information blocks: population, dependency, education, employment situation, healthcare services, development and infrastructures, buildings and collective vulnerability.

In addition, Rodríguez (2000), include three dimensions to measure the social vulnerability: 1) Habitat, which is related to the physical state of the house, such as floor materials, number of rooms and services such as electricity, sewer system, water and access to goods and technologies; 2) Human capital, considering individuals over the age 15 with no schooling; 3) In the economic scope (dimension), the occupation status is considered and in the social protection scope (dimension), the population that has no health care access is included. With information from the 2020 Population and Housing Census (INEGI, 2020), the principal component analysis technique is used to create the social vulnerability index (SVI) separated by town and how it affects the territory with Geographic Information Systems (Fig. 3).

Based on existing literature, the variables considered for constructing the SVI are shown below for town in the municipalities of the PMC (Table 2).

The Principal Component Analysis (PCA) measures the proximity between observations and grouping them into clusters according to their characteristics (Alaminos *et al.*, 2015). The objective of the PCA is to reduce the variables in a synthetic indicator that reveals the social vulnerability conditions based on the variables included in the index and the dimensions considered; for PMC locations.

With information from the 2020 Census, a social vulnerability indicator was constructed, which is classified into 5 vulnerability levels using the natural breaks method. The classifications were: very high, high, moderate, low and very low. Geographic Information Systems were used to show the SVI values and their behavior in

the territory. Once the existing social vulnerability levels have been identified, an analysis of susceptibility to flooding movements is performed to identify areas that were most exposed to disaster risk.

Table 2. Variables used for social vulnerability models for towns in the municipalities of the PMC (n=364).

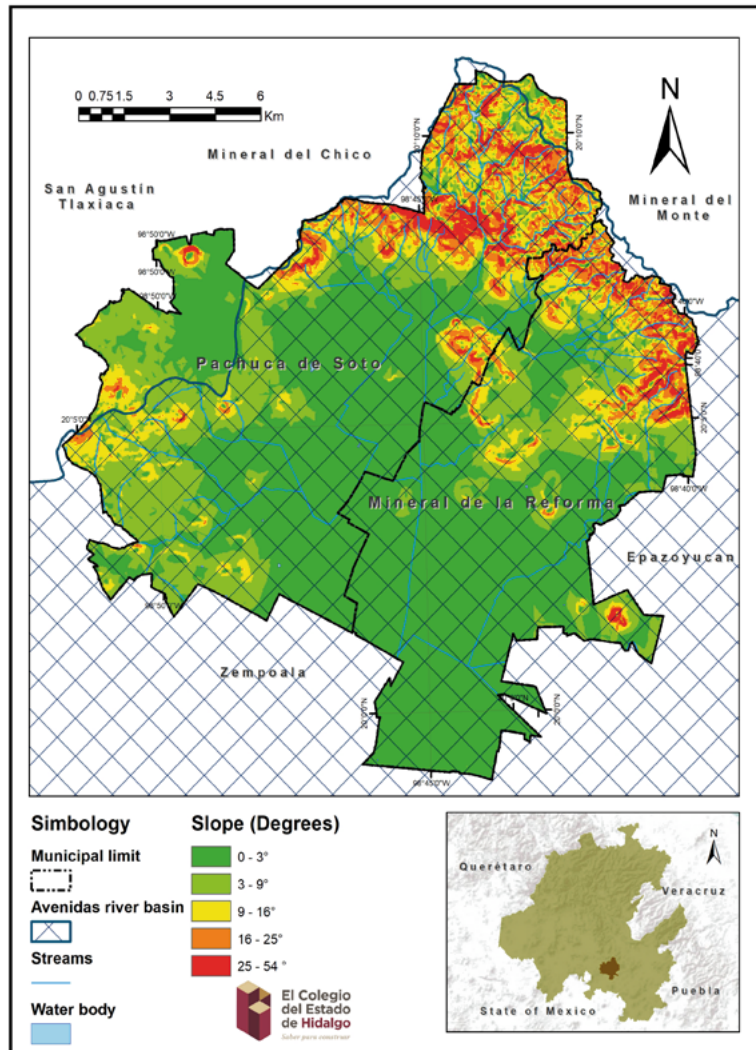
Variable	Indicator
p_unemp	Unemployed population
p_nohealt	Population with no health care access ¹
p15nosch	Population aged 15 years and over with no school
phdf	Private homes with dirt floors
phob	One-bedroom private homes
phnoel	Private homes with no electricity
phnowin	Private homes with no water indoors
phnosew	Private homes with no sewer system
phnoinctec	Private homes without information and communication technologies
phnoas	Private homes with no assets
aver-liv	Average number of people living in the home
depdem	Population aged 0-14 and more than 60 years old
p_female	Female population
density	Percentage of population

Source: Prepared with data from INEGI (2020)

Slope

Slope is an important factor to identify those zones that have shown high susceptibility to flooding over the years due to low slope gradient. The slope of the land in the watershed is a major factor in determining the water velocity. Thus, on very flat surfaces where ponding areas occur, a considerable amount of the surface runoff may be retained in temporary storage (USDA, 1986). The general direction of runoff in the study area is northeast to south and slopes varies from more than 91% along the northern border to less than 3% in the southeast part of the PMC. The slope map was prepared in percent grade using the DEM of the study area. The values were subdivided into five classes as shown in Table 3.

Fig.4
Slope



Developed by
authors based on
INEGI (2020).

Land Use and Vegetation

Impervious cover (buildings, roads, and parking lots) reduces infiltration capacity and runoff from paved areas can add substantially to total runoff. Urbanization typically leads to a decrease in lag time, an increase in the peak discharge, and an increase in the total discharge for a particular flood (Murck *et al.*, 1996). Land use and vegetation database, based on the soil cover, it was determined that urban areas, deforested zones, agriculture are the most susceptible to flooding processes, areas with no visible vegetation, pastures (grasslands) and rainfed while, oak forests and pine and coniferous forests are the least susceptible (Figure 5).

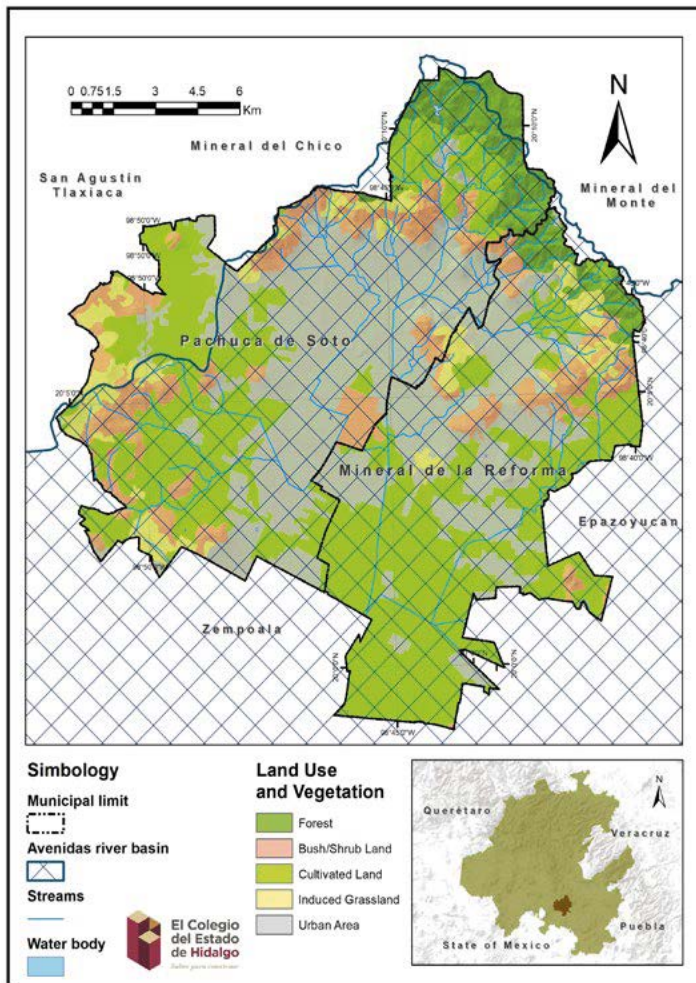


Fig.5 Land Use and Vegetation

Developed by authors based on INEGI (2020).

Development of weights

During the analysis, weight values were assigned to the layers and rank values to the classes of each layer according to their importance in the case study of area floods. The assigned weight and rank values for the layers/classes of the study area based on the local characteristics of each layer and engineering judgment, on the literature, the experience of the researchers and the field work. In the preparation of the risk map, it was decided to use intervals of 1 to 5, assigning the value of 1 to the lowest risk and 5 to the highest risk (Table 3).

The most important layer according to weight was defined as the distance to the discharge channels; because the historical review of flood events reveals those areas near the channels are highly affected as a consequence of their overflow. Slope layers

were assigned importance in the accumulation and discharge of the water. The VSI layer is relevant because it defines the degree of exposure of populated areas to flooding. Furthermore, urban areas with high degrees of VSI may have little or no capacity to respond or recover from a flood event. Regarding the use of land and vegetation and based on land cover, it was determined that urban areas and zones where land use changes, they produce less water infiltration and low surface retention. Woods and bush/shrub areas have not suffered changes that can infiltrate water to aquifers and naturally retain it in soil.

We compared the four variables related to the help of a scale or continuous appreciation table (Table 4), which indicates the relative importance of the first variable with respect to the second, this with the third and so on, and allows to form a simultaneous comparison matrix by pairs. The scale varies from 1/9 indicating an extremely low importance of the first variable with respect to the second, to 9 in case the first variable is extremely more important than the other variable. The flooding risk matrix was developed considering 4 variables (distance of discharge channels, slope, social vulnerability index and land use and vegetation). It was established that distance of discharge channel was 9 times more important than land use and vegetation, 7 times more than social vulnerability index, 5 times more than slope; the social vulnerability index is twice as important than slope and 3 times more important than land use and vegetation, and finally, land use is 1/4 less important than slope.

Table 3. Values used to reclassify map contents, which were later used to build the final map through multicriteria analysis.

GridCode (pixel) for design risk level	Distance of Discharge Channels (Classes)	Social Vulnerability Index (Classes)	Slope (Classes)	Land Use and Vegetation (Classes)
1 (Very low)	-	- 3.276630 to -1.266160	25 – 45°	Forest
2 (low)	>1000 m	-1,266159 to -0.446850	16 – 25°	Bush/Shrub Land
3 (medium)	500 – 1000 m	-0.446849 to 0.281060	9 – 16°	Cultivated Land
4 (high)	100 – 500 m	0.281061 to 1.073530	3 – 9°	-Induced Grassland
5 (very high)	<100 m	1.073531 to 3.301390	<3°	Urban Areas

Maps were made that made it possible to form the Factor Comparison Matrix (Table 4) to determine the susceptibility to flooding. The variables that determined the flooding hazard are distance of discharge channel, a social vulnerability index, type of slope and land use and vegetation, are shown in the generated cartography. Condensed information was obtained on geographical features and environmental phenomena that allowed the elaboration of maps showing the risk of flooding. The above constitutes an additional contribution of the present work since it does not exist for the PMC. A very useful supplementary tool for this research was the Geographic Information Systems, which facilitated geomorphological analysis and provided precise and concrete data on geomorphological processes and the phenomena associated with them; as is the case with flooding.

Table 4. Factor comparison matrix to determine flooding hazard

	Distance of the discharge channels	Social Vulnerability Index	Slope	Land Use and Vegetation	Weights
Distance of the discharge channels	1	-	-	-	.6496
Social Vulnerability Index	5	1	-	-	.1632
Slope	7	2	1	-	.6540
Land Use and Vegetation	9	3	1/4	1	.1215

Discussion

The methodology followed in this paper is simple and was focused on the analysis of those variables that control water routing when high peak flows exceed the drainage-system capacity. Multicriteria MCDA techniques are generally used to rank possibilities, commonly referred to as alternatives within the MCDA field, from most preferred to least preferred. However, MCDA can also be used to identify a single most preferred alternative, to short-list a number

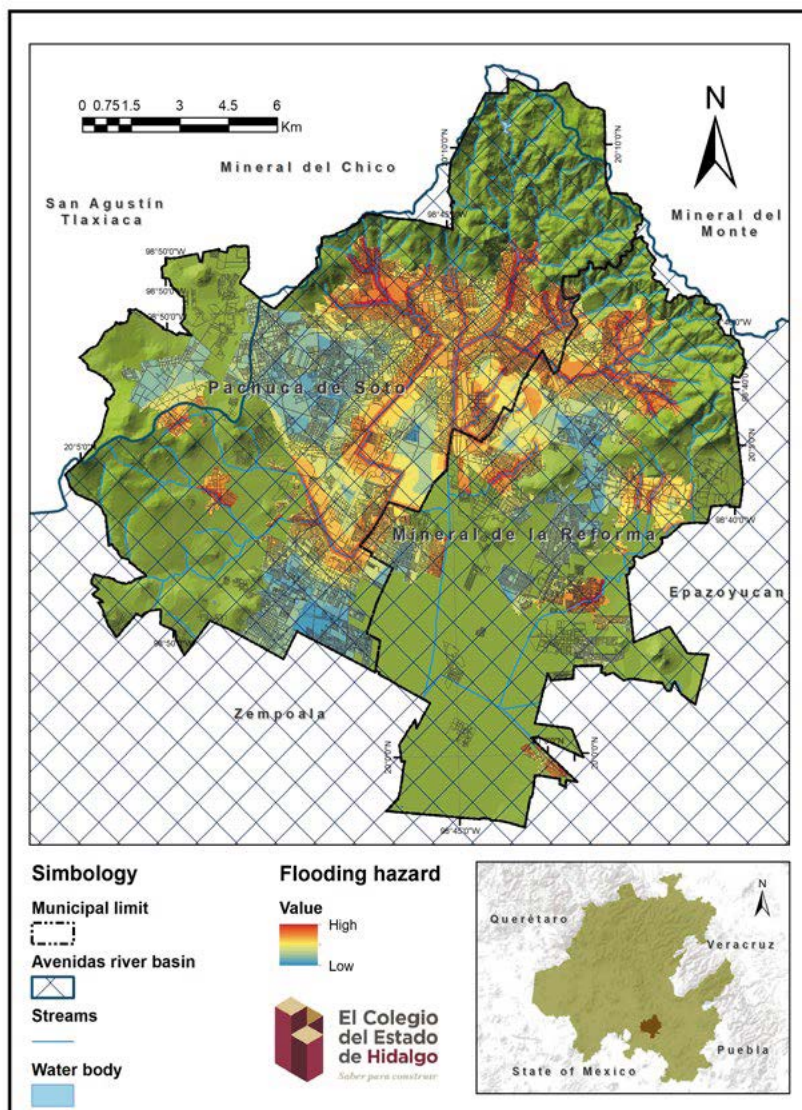
of alternatives for subsequent detailed analysis, or to determine acceptable and unacceptable alternatives (Malczewski, 1999). In this case Analytic Hierarchy Process (AHP) was chosen over a variety of MCDA techniques to obtain an urban flooding model of the area. This technique has become one of the most widely used methods for the practical solution of MCDA problems (Cheng, 1997; Chan *et al.*, 2000, Aceves-Quesada *et al.*, 2006; Fernandez and Lutz, 2010, Medina-Pérez *et al.*, 2022) and has gained wide application in natural hazard and suitability analysis (Banai-Kashami, 1989; Dai *et al.*, 2001). However, some disadvantages of this method are that the selection of the flood hazard areas is dependent on the judgment of the experts and can be sensitive to changes in the decision weights associated with criteria (Chang *et al.*, 2008).

The flood hazard map of the study area was divided into five classes as follows: areas with very high to high hazard, areas with moderate hazard, areas with low hazard and areas with very low hazard (Fig. 4). The boundary conditions for the categories were evaluated according to expert judgment. The areas labeled in the map as high hazard are strongly influenced by the discharge channel courses according to the high weight given to this factor in the model (0.6496). The assignment class is due to the great importance of the drainage overflow in the worst flooding events that occurred in PMC.

The final map shows that the north territories in Pachuca and Mineral de la Reforma (nearest Sierra de Pachuca mountains) part has the highest flood hazard over an extended area as a consequence of the combination of lowlands with slopes under 2.87% and the presence of urban stream channels with poor maintenance plan (northeast areas of Mineral de la Reforma known Villas del Alamo and Ciudad del Conocimiento). In this area, several neighborhoods with flood records have been reported in the last years by the local authorities, above statal university installations. During the first half of the 20th century, the historic center of the city of Pachuca suffered catastrophic floods. In the 80's, during the government of Guillermo Rossel de la Lama, the Río de las Avenidas was tubed from Minas de loreto to Madero Avenue and the Río Sosa from the 11 de Julio neighborhood to the Real de Minas. However, the accelerated growth of the PMC invaded new areas of the river floodplain. For this reason, at the beginning of this century during the government of Miguel Ángel Osorio Chong, channels and hydraulic conduits were built in the Río de las Avenidas from Madero Avenue to the south of Mineral de la Reforma (Las Torres). However, the absence of territorial ordering and the excessive growth of the urban area contribute to the persistence of the danger of flooding in PMC.

There are some neighborhoods with historical recorded floods situated in areas that correspond to high hazard in the map, as the cases of El Chacón, Paseos de Chavarría, Tuzos, Forjadores, most of them located in the southern portion of Mineral de la Reforma municipality. Another factor that could be an increasing hazard parameter is the change in local relief as a consequence of bad territorial ordering planning or unfinished civil structure (pipes, drainage system, roads, etc).

Fig. 5 Flooding hazard map in Pachuca's Metropolitan Core.



*Developed by
authors based
on INEGI
(2020).*

Conclusions

The final urban flood hazard map represents a new tool for the municipalities under study which may assist the planners and decision makers to evaluate those areas in need of revision of discharge infrastructure to reduce the vulnerability of the population to flood events. The map shows that the zones located near the main discharge systems are in danger. Highest-risk areas are those in the north of Pachuca and principal urban areas of Mineral de la Reforma. These are characterized by the confluence of several channels, a lowland topography, and a gentle slope gradient. The model should be used as a first-stage analysis in the problem of floods in the study area. More detailed models will require more reliable information about precipitation and flow peak discharges, as during hurricanes and cold fronts. MCDA techniques within a GIS environment have proved to be a powerful methodology to generate hazard maps with a good degree of precision. In this study, data provided by local authorities regarding neighborhoods affected by floods plotted over the final map showing a remarkable coincidence with the high hazard areas.

References

- Aceves-Quesada, J. F., Díaz-Salgado, J., López-Blanco, J. (2007). Vulnerability assessment in a volcanic risk evaluation in Central Mexico through a multicriteria-GIS approach. *Natural Hazards*, 40, 339-356.
- Alburquerque, N., Gutiérrez-López, M. A., Quijano, M. S., Muñoz-Mandujano, M. (2022). Propuesta normativa para considerar la vulnerabilidad urbana ante inundaciones. *Revista Nthe, Edición especial, Vulnerabilidad Urbana*, 55 – 64.
- Alaminos, A., Frances, F., Penalva, C., Santacreu, Ó., (2015). Análisis multivariante para las Ciencias Sociales. Ecuador. Paidós.
- Apel, H., Merz, B., Thielen, A. H. (2008). Quantification of uncertainties in flood risk assessments: *International Journal of River Basin Management*, 6(2), 149-162.
- American Society of Civil Engineers (1996). *Hydrology handbook*, ASCE manuals and reports on engineering practice No 28, second edition. New York. 800 pp.
- Aroca-Jiménez, E., Bodoque, J., García, J. & Díez-Herrero, A. (2017). Construction of an Integrated Social Vulnerability Index in urban areas prone to flash flooding. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1-25. <https://doi.org/10.5194/nhess-17-1541-2017>
- Arrighi, C., Masi, M., Iannelli, R. (2017). Flood risk assessment of environmental pollution hotspots: *Environmental Modelling & Software*, 100, 1-10.
- Banai-Kashami, A.R. (1989). New method for site suitability analysis — the analytic hierarchy process. *Environmental Management* 13(6), 685-693.
- Birkmann, J. (2013). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient

- societies definitions. In: U. N. University, ed. Measuring vulnerability to natural hazards. Towards disaster resilient societies. 9-79. http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-7660.2007.00441_5.x
- Chan, F., Chan, M., Tang, N. (2000). Evaluation methodologies for technology selection. *Journal of Materials Processing Technology* 107, 330-337.
- Chang, N., Parvathinathan, G., Breeden, J. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management* 87(1), 139-153.
- Cheng, C.H. (1997). Evaluating naval tactical systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function. *European Journal of Operational Research* 96, 343-350.
- Cutter, S., Boruff, B. & Lynn, S. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84, 2, 242-261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- Dai, F.C., Lee, C.F., Zhang, X.H. (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering Geology* 61, 257-271.
- Desarrollo regional en perspectivas comparadas: los casos de Brasil y México / Coord. por Alex Pizzio, Adolfo Sánchez Almanza e Waldecy Rodrigues. -- Brasília : Verbená Editora (2020). 266 p.
- Douben, K.S. (2006). Characteristics of river floods and flooding: a Global Overview, 1985-2003: *Irrigation and Drainage*, 55, 9-21.
- Dwyer, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S., Roberts, S. (2004). Quantifying Social Vulnerability. A methodology for identifying those at risk to natural hazards. Geoscience Australia. Australian Government.
- Eibenshutz, R.H., (coord.) (2010). La Zona Metropolitana del Valle de México: los retos de la megalópolis. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana, 2010. Recuperado de: <http://dcsh.xoc.uam.mx/pensarelfuturodemexico/Libros/zona_metropolitana.pdf> Acceso el: 10 dic. 2022.
- Eakin, H., Appendini, K. (2008). Livelihood change, farming, and managing flood risk in the Lerma Valley, Mexico: *Agricultural Human Values*, 25, 555-566.
- Eakin, H., Lerner, A.M., Murtinho, F. (2010). Adaptive capacity in evolving peri-urban spaces: Responses to flood risk in the Upper Lerma River Valley, Mexico: *Global Environmental Change*, 20, 14-22.
- Fernández, D. S., Lutz, M. A. (2010). Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Engineering Geology*, 111(1-4), 90-98.
- Harris, E., Rantz, S. (1964). Effects of urban growth on streamflow regimes of Permanente Creek, Santa Clara County, California. USGS WSP 1591B (1964).
- Hernández-Unzón, A. (2007). Reseña del Huracán Dean del Oceano Atlántico. Subdirección General Técnica. Servicio Meteorológico Nacional. Subgerencia de Pronóstico Meteorológico. Comisión Nacional del Agua.
- INEGI, 2020. Censo de Población y Vivienda. Principales resultados.
- IPCC (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to ad-

- vance climate change adaptation. In: Field, C.B. *et al.* (eds): A special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- Konrad, C.P., Booth, D.B. (2002). Hydrologic trends associated with urban development in western Washington streams, United States Geological Survey Water-Resources Investigations Report 02-4040. Tacoma, Washington.
- Konrad, C.P., Booth, D.B. (2005). Hydrologic changes in urban streams and their ecological significance. American Fisheries Society Symposium 47, 157-177.
- Kundzewicz, Z.W., Kaczmarek, Z. (2000). Coping with hydrological extremes: Water International, 25(1), 66-75.
- Legrá-Lobaina, A., Atanes-Beatón, D.M., Guilarte-Fuentes, C. (2014). Contribución al método de interpolación lineal con triangulación de Delaunay. Minería y Geología, 30, 2, pp. 58-72.
- Lirer, L., Vitelli, L. (1998). Volcanic risk assessment and mapping in the Vesuvian area using GIS. Natural Hazards, 17, 1, pp. 1-15.
- Malczewski, J. (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley and Sons Inc. 392 pp.
- Medina-Pérez, P. C., Tapia-Fernández, H. J., & Castillo-Martínez, A. (2022). Vulnerability and environmental risk in the Sierra Otomí Tepehua (Hidalgo, México): implications in the rural-indigenous scope. Cuadernos de Investigación Geográfica. Preprint.
- Menes-Llaguno, J.M. (1993). Monografía de la ciudad de Pachuca. Instituto Hidalguense de la Cultura, Gobierno del Estado de Hidalgo. 223p.
- Murck, B., Skinner, B., Porter, S. (1996). Environmental Geology. Wiley and Sons Inc. 535 p.
- Pérez, E.M., Ávila, J. H., Sáenz, E.C., Rodríguez, E. S., Flores, A.A. (2015). Caracterización preliminar de un suelo de la cuenca del Río de las Avenidas, Pachuca Hidalgo, Mexico del Río de las Avenidas, Pachuca Hidalgo, Mexico. Tópicos de Investigación en Ciencias de la Tierra y Materiales, 2(2), 61-67.
- Rodríguez, J. (2000). Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales. (CEPAL, Ed.) Serie Población y Desarrollo, 5.
- Romero-Bautista, A. (2012). Crecimiento poblacional en el río de las Avenidas en Pachuca, Hidalgo. Colegio de Postgraduados, Tesis Doctoral.
- Saaty, T.L. (1980). The analytic hierarchy process; planning, priority setting resource allocation. New York, McGraw-Hill.
- Smith, D. (1994). Flood damage estimation-A review of urban stage-damage curves and loss function: Water SA, 20(3), 231-238.
- Torrieri, F. (2002). Decision support tools for urban contingency policy. A scenario approach to risk management of the Vesuvio Area in Naples, Italy. Journal of Contingencies and Crisis Management, 10, 2, pp. 95-11. <http://dx.doi.org/10.1111/1468-5973.00185>
- Thieken, A., Merz, B., Kreibich, H., Apel, H. (2006). Methods for flood risk

assessment: concepts and challenges: International Workshop on
Flash Floods in Urban Areas, Muscat, Oman, 2-6 September 2006.
UNISDR. (2013). Annual Report 2013
USDA (1986). Urban hydrology for small watersheds. Technical Release
210-VI-TR-55.160 p.



REFLEXIONES

Políticas públicas para el desarrollo: Sistema de Ciencia y Tecnología para el estado de Tlaxcala

<https://doi.org/10.59307/terne1.12>

Cazarín-Martínez, A.
<https://orcid.org/0000-0002-6955-3741>

Resumen

Las políticas públicas para el desarrollo constituyen el conjunto de acciones y estrategias que se implementan desde el ámbito gubernamental para mejorar la calidad de vida de la población y promover el progreso económico y social de los países. Estas políticas tienen como objetivo principal la creación de un entorno favorable para el crecimiento y la innovación en diversos sectores, con el fin de lograr un desarrollo sostenible a largo plazo. Así, la política pública en materia de ciencia y tecnología reviste también un tema de gran importancia para el desarrollo de México y sus estados, por lo que el objetivo de este artículo es diagnosticar y analizar la importancia de la Ciencia y Tecnología como política pública en México, con particular énfasis en el estado de Tlaxcala, así como plantear algunas orientaciones de política pública en la materia, así como algunos de los retos y oportunidades que enfrenta el país, y por supuesto la entidad caso de estudio en este ámbito particular.

Palabras clave: *políticas públicas, ciencia, tecnología, Tlaxcala, innovación.*

Public policies for development: Science and Technology System for the state of Tlaxcala

Cazarín-Martínez, A.

Abstract

Public policies for development constitute the set of actions and strategies that are implemented from the governmental level to improve the quality of life of the population and promote the economic and social progress of the countries. These policies have as their main objective the creation of a favorable environment for growth and innovation in various sectors, in order to achieve long-term sustainable development. Thus, public policy on science and technology is also an issue of great importance for the development of Mexico and its states, so the objective of this article is to diagnose and analyze the importance of Science and Technology as public policy in Mexico, with particular emphasis on the state of Tlaxcala, as well as proposing some public policy guidelines on the matter, as well as some of the challenges and opportunities facing the country, and of course the case study entity in this particular area.

Keywords: *public policies, science, technology, Tlaxcala, innovation.*

La ciencia y la tecnología tienen un vínculo directo y positivo con el desarrollo de los países. El talento humano y su diversidad de pensamiento son indispensables para solucionar los problemas y atender las necesidades actuales de la sociedad, y con ello encaminarse hacia el desarrollo. En México es el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (Conahcyt) el responsable de elaborar y ejecutar políticas públicas que coadyuven a ampliar y fortalecer la cultura científica y tecnológica; sin embargo, a nivel subnacional, pocos son los estados que cuentan con instituciones con el mismo propósito.

El caso referente para el desarrollo del presente artículo es el estado de Tlaxcala que, si bien cuenta con una Ley en la materia promulgada en 2003 y modificada en 2011, desde entonces ningún gobierno ha atendido, lo que establece la norma con diversos argumentos que ven desde la insuficiencia presupuestal hasta la falta de voluntad política. El presente artículo establece un método de análisis con enfoque descriptivo y explicativo, lo cual permite abordar la importancia de la ciencia y tecnología como política pública en México, con particular énfasis en el estado de Tlaxcala, y al mismo tiempo aventurar no sólo algunas orientaciones de política pública en la materia en ambos niveles de gobierno, sino establecer algunas de las posibles potencialidades de establecer un vínculo técnico-operativo entre los investigadores del SNI y sus proyectos de investigación con el gobierno estatal a través de sus distintas dependencias, identificando al mismo tiempo los retos y oportunidades que enfrenta el país; y Tlaxcala en este ámbito particular.

Easterly (2003) señala que: “las políticas públicas adecuadas pueden ser una herramienta valiosa para el desarrollo, siempre y cuando estén diseñadas y ejecutadas de manera efectiva” (p. 21); por lo tanto, dichas políticas no pueden ser vistas de manera aislada, sino que deben formar parte de una estrategia integral de desarrollo, tal y como afirma Sachs (2015): “el desarrollo sostenible requiere una combinación de políticas públicas coordinadas, inversiones del sector privado, innovación tecnológica y cooperación internacional” (p. 10).

El presente análisis aborda, en un primer apartado, la importante relación de la ciencia para el desarrollo de México. En un segundo apartado se describe al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en México, adscrito al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (Conahcyt), se abordan brevemente los mecanismos de financiamiento para la Ciencia y Tecnología en el país, para posteriormente ubicar el análisis particular de la Ciencia y Tecnología en el estado de Tlaxcala, así como los investigadores adscri-

La política pública en materia de ciencia y tecnología es un tema de gran importancia para el desarrollo de Tlaxcala, en tanto existe una clara potencialidad de establecer un vínculo operativo y virtuoso entre los investigadores del SNI y el gobierno estatal, lo que ofrece la posibilidad de echar a andar políticas públicas horizontales con altas posibilidades de éxito.

tos al SNI durante el periodo 2018-2020 en la entidad. De esta manera, se resaltan indicadores como: género, institución, áreas del conocimiento, proyectos y sector de investigación, así como la propuesta del actual gobierno estatal (2018-2027) de retomar la ley y crear el Sistema Estatal de Ciencia y Tecnología. Además, se observa el número de investigadores registrados en el SNI a nivel local, identificando su adscripción a las áreas de conocimiento establecidas por Conacyt, y resaltar fundamentalmente los proyectos de investigación con diez de los diez Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) que propone el Conacyt como áreas estratégicas para el desarrollo de México.

Como se mencionó, la política pública en materia de ciencia y tecnología es un tema de gran importancia para el desarrollo de México, y en este caso para Tlaxcala, en tanto existe una clara potencialidad de establecer un vínculo

operativo y virtuoso entre los investigadores del SNI y el gobierno estatal a través de sus distintas dependencias, lo que sin duda ofrece la posibilidad no sólo de una retroalimentación objetiva entre ambos actores, sino la posibilidad de echar a andar políticas públicas horizontales con altas posibilidades de éxito, logrando al mismo tiempo una mejor y mayor documentada toma de decisiones con la correcta orientación de los recursos públicos y, finalmente, el desarrollo de la entidad desde sus diversos sectores.

Ciencia y desarrollo en México

La ciencia y la tecnología tienen un vínculo directo y positivo con el desarrollo de los países, a tal punto que se han convertido en necesarias para las sociedades contemporáneas (Cañedo, 2001). El talento humano y su diversidad de pensamientos son indispensables para solucionar los problemas y atender las necesidades actuales de la sociedad. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) reconoce que la ciencia es primordial para el desarrollo sostenible de los países, en congruencia con los principios de la Agenda 2030 como un plan de acción mundial a favor de las personas, conminando a

los tres niveles de gobierno y la sociedad civil para implementar acciones con el fin de lograr una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los Estados miembros.

En México, la entidad reguladora de dicha actividad es el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (Conahcyt), misma que respalda su quehacer con base en el artículo tercero en la fracción segunda de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que establece que, además de impartir la educación preescolar, primaria y secundaria, promoverá y atenderá todos los tipos y modalidades educativos –incluyendo la educación superior– necesarios para el desarrollo de la Nación; asimismo, apoyará la investigación científica y tecnológica, y alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura (Gobierno de México, 2021).

Es así que, desde su creación en diciembre de 1970, el Conahcyt ha sido el responsable de elaborar y echar a andar políticas en materia de ciencia y tecnología en el país, que coadyuven a ampliar y fortalecer la cultura científica y tecnológica a través de diversos mecanismos, entre ellos, financiamiento para proyectos de investigación sectoriales o con fondos mixtos estatales; becas para estudiantes de posgrado a nivel nacional e internacional, impulsando y promoviendo las carreras científicas a través del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) que, según el reporte al 2020 del propio Conahcyt, integra a 33,165 investigadores, de los cuales 12,582 son mujeres y 20,583 hombres (Conahcyt, 2020), esfuerzos que en conjunto buscan soluciones a los grandes problemas de México (PRONACES) que ahora, bajo la visión de una nueva política de gobierno, deben ser atendidos bajo los principios fundamentales del humanismo, la equidad social y el respeto al medio ambiente.

En este marco, el propósito es echar a andar un proceso inconcluso que, fundado en la Ley de Ciencia y Tecnología en el estado de Tlaxcala promulgada en 2003 y modificada en 2011, busca fundamentalmente establecer las condiciones de andamiaje institucional, normativo y presupuestal para que el ejecutivo estatal y las distintas dependencias cuenten con asesoría especializada, lo cual les permitirá articular políticas públicas, reorientar recursos y en general promover el desarrollo de la investigación, el desarrollo tecnológico e innovación científica, propiciando una sinergia constructiva y productiva para el desarrollo del estado de Tlaxcala, en el entendido de que efectivamente la políticas públicas son: “el conjunto de objetivos, decisiones y acciones que lleva a cabo un gobierno para solucionar los problemas que en un momento determinado los ciudadanos y el propio gobierno consideran prioritarios” (Tamayo, 2003).

Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología en México y Tlaxcala

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue fundado el 26 de julio de 1984. Actualmente promueve la formación de recursos humanos de alto nivel para desarrollar funciones de investigación, categorizándolos en diferentes niveles según su trayectoria y productividad (Conahcyt, 2019). Rodríguez (2016) refiere que la creación del SNI formó parte de una política mayor que se originó en respuesta a los efectos de la crisis económica de 1982, misma que ponía en riesgo el recurso asignado a la investigación. Por ello, para evitar la emigración de los investigadores mexicanos se creó dicho sistema como una figura de arraigo académico en el país, que pasó de ser una estrategia transitoria a un instrumento permanente de formación y evaluación para la comunidad científica en México.

La asignación de las categorías de investigador nacional dentro del SNI se da a través de evaluación por pares, con la participación de comisiones dictaminadoras por cada una de las siete áreas del conocimiento definidas por el propio sistema: I.- Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra, II.- Biología y Química, III.- Medicina y Ciencias de la Salud, IV.- Humanidades y Ciencias de la Conducta, V.- Ciencias Sociales, VI. - Biotecnología y Ciencias Agropecuarias y VII.- Ingenierías. Asimismo, las categorías a partir de las cuales se clasifica a los investigadores según su productividad son tres: 1) Candidato(a) a Investigador(a) Nacional; 2) Investigador(a) Nacional, con tres niveles (I, II y III); y 3) Investigador(a) Nacional Emérito(a).

Cabe mencionar que, con el paso de tiempo, el sistema de evaluación ha tenido modificaciones y los requisitos estipulados en los reglamentos se han vuelto cada vez más rigurosos con base en indicadores de productividad antes mayor calidad que cantidad. En este contexto, al padrón del SNI y a sus miembros se les considera como capital humano altamente calificado para realizar labores de investigación científica con prestigio académico dentro y fuera de México (Reyes y Suriñach, 2012).

El gobierno actual, encabezado por el Presidente Andrés Manuel López Obrador, establece una nueva política pública en la materia, misma que se operacionaliza a través del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 (PECITI), que establece las bases de la política pública en el sector de las humanidades, las ciencias, las tecnologías y la innovación, siendo este el instrumento de observancia obligatoria y base fundamental para la toma de decisiones en el propio Conahcyt.

El Programa se enmarca bajo los ejes generales del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, donde destaca la transformación sustantiva del sector de las Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación (HCTI) para la construcción de soluciones eficaces y sustentables para los problemas a los que se enfrenta México, y que requieren de la acción articulada del Conacyt con las instituciones públicas, el sector productivo y la comunidad científica nacional, atendiendo al mismo tiempo los principios de interés nacional y justicia social, así como los de austeridad republicana y combate a la corrupción, temas insignia de la Cuarta Transformación; contribuyendo además con el logro de 14 Objetivos de Desarrollo Sustentable y 29 metas de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Así, el PECITI está estructurado en seis objetivos prioritarios, de los que derivan estrategias y acciones puntuales: 1. Fortalecimiento de la Comunidad Científica, 2. Ciencia de Frontera, 3. Programas Nacionales Estratégicos, 4. Desarrollo y Transferencia de Tecnología, 5. Promoción del acceso universal al conocimiento y sus beneficios, y 6. Información y Prospectiva Científica con Impacto Social.

Financiamiento para ciencia, tecnología e innovación en México

La inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación es primordial para mejorar los niveles de productividad y el desarrollo en países como México; sin embargo, los datos que se presentan a continuación, con base en el Presupuesto Público de la Federación al 2021 en materia de Ciencia y Tecnología, específicamente el relativo al Ramo 38 del que se deriva el recurso asignado al SNI, demuestran que al menos en México sucede lo contrario.

Respecto a la proporción del Producto Interno Bruto (PIB), en México el promedio anual asignado en la última década ha sido insuficiente, aun cuando el artículo 9 Bis de la Ley de Ciencia y Tecnología establece que el Gobierno Federal debe destinar al menos el 1% del PIB del país; sin embargo, las cifras reales evidencian que la inversión al sector es pobre, por lo que el impulso al desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación en México continúa siendo aún un tema pendiente.

Uno de los indicadores que permite conocer y analizar el gasto en investigación y desarrollo conforme a los estándares mundiales es justamente al Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), que según la OCDE, y para el caso de México, representa apenas el 0.30 respecto al PIB en su última medición (UNESCO, 2018), lo

que lo ubica muy por debajo del promedio recomendado por dicho organismo (2.6%), siendo incluso inferior al de otros países de América Latina como Brasil (1.24%), Argentina (0.49%) o Chile (0.39%). Como se observa, en México los investigadores representan apenas un décimo de lo observado en países más avanzados, y el número de doctores graduados por millón de habitantes alcanza apenas el 29.9%, lo cual es insuficiente para alcanzar en el futuro la consolidación del capital humano requerido; es decir, la inversión en el sector es insuficiente a pesar de las potencialidades y beneficios que en términos de desarrollo puede el sector reportar al país (Banco Mundial, 2021).

Para comprender mejor la información, es importante conocer cuánto y cómo es la asignación y distribución de los recursos asignados a la Ciencia y Tecnología en México, particularmente los asignados al Ramo 38 denominado Consejo Estatal de Humanidades, Ciencia y Tecnología, que para el pasado 2021 la Cámara de Diputados aprobó un total de 30.3 miles de millones de pesos (26.6 miles de millones de pesos por ingresos fiscales y 3.7 miles de millones de ingresos por recursos propios) (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2021).

Asimismo, y de forma muy sucinta, el Conahcyt distribuye el gasto en cuatro rubros principales: a) Becas y otros apoyos, b) Sistema Nacional de Investigadores, c) Centros Públicos de Investigación, y d) gastos de operación del propio Conahcyt para el desarrollo de políticas y programas adicionales. De estos, son los tres primeros los que consumen en mayor medida el presupuesto del Conahcyt, y si bien el comportamiento del presupuesto tanto para el SNI como para para el de becas es más o menos estable, con ligeros incrementos para este último, no ha sido lo mismo para el presupuesto asignado a Centros Públicos que, a partir del 2014, tuvo un decremento que a la fecha no se ha recuperado, siendo la afectación más drástica en términos presupuestales al monto asignado a la operación del Conahcyt y otros programas adicionales, por lo que prácticamente a partir del 2013 se ha observado cómo el presupuesto en este rubro tendencialmente va en caída libre y sin visos de recuperación hasta ahora.

En el estado de Tlaxcala, caso que nos ocupa, el fomento a la ciencia y la tecnología en periodos pasados se centró, de forma somera, en el apoyo y fomento a nivel posgrado, dado que se considera como el nivel más alto del sistema educativo, con la formación de profesionales especializados con posibilidad de impactar en diversos sectores. Se buscó vincular los apoyos a este rubro, particularmente al sector industrial, específicamente al automotriz, textil, químico y turístico, y con ello a instituciones de educación superior con programas de investigación e innovación relacionadas con las prioridades del desarrollo económico del estado.

Lo que el nuevo gobierno de Morena en la entidad, encabezado por Lorena Cuellar Cisneros, se propone es diversificar los apoyos a la ciencia y tecnología con base en la creación de un sistema que permita identificar las debilidades, oportunidades y fortalezas para aportar al desarrollo de Tlaxcala; es decir, crear un sistema estatal responsable de la generación de política pública en la materia y, al mismo tiempo, potenciar el vínculo entre academia y gobierno, lo cual fomenta los apoyos y genera productos para el desarrollo de Tlaxcala en sus diversos sectores, mejorando la calidad de vida de los tlaxcaltecas.

Sistema Estatal de Ciencia y Tecnología y Ley de Ciencia y Tecnología para el estado de Tlaxcala

En el año 2003 se publicó la Ley de Ciencia y Tecnología para el Estado de Tlaxcala (LCTT), siendo modificada por última vez el 22 de diciembre de 2011. Esta tiene por objeto: I) Establecer los criterios para impulsar, incentivar y fomentar la ciencia y la tecnología; II) Implementar las políticas y lineamientos para la elaboración del Programa Estatal de Ciencia y Tecnología; III) Establecer los medios de vinculación entre los sectores público y privado; IV) Promover la especialización en cualquiera de las áreas de la ciencia y la tecnología; y V) Difundir y reconocer los avances y las actividades científicas y tecnológicas. Asimismo, y específicamente en su capítulo II, artículo 4, se plantea el establecimiento del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI) con una serie de objetivos que a la fecha no se han cumplido; desde entonces, los gobiernos estatales que han transitado no han retomado la formalización de dicho sistema, inicialmente con la creación del Instituto Estatal de Ciencia y Tecnología del estado de Tlaxcala como instancia fundamental para promover y consolidar la investigación con la generación de proyectos de investigación aplicada y la formación de cuadros especializados que incidan en el desarrollo local.

El gobierno actual (2021-2027) se ha propuesto retomar la importancia de repensar la ciencia y tecnología como un mecanismo para el desarrollo y, con ello, el papel que juega el Estado en su impulso y fomento, bajo la idea de que forme parte sustancial de la agenda del gobierno en Tlaxcala. Esta, en caso de hacerse realidad, es posible traducirla en una política pública, eficaz y eficiente a través de programas y acciones concretas que deriven en sinergias productivas vertical y horizontalmente. Adicionalmente, la presente investigación detectó que la LCTT no considera el tema de la equidad y perspectiva de género, por lo que resultaría necesario

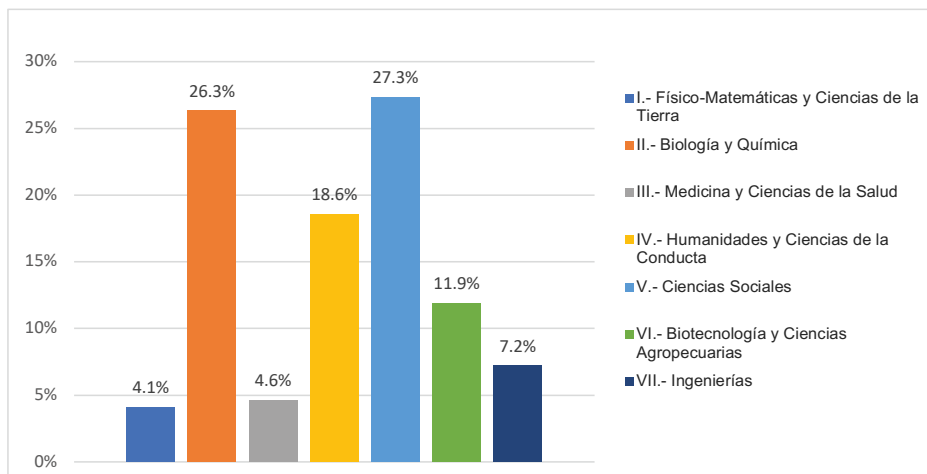
plantear una propuesta de reforma adicional que permita incluir un tema insoslayable, y así combatir las desigualdades entre hombres y mujeres en el ámbito de la ciencia en el estado de Tlaxcala.

Es importante destacar que el inicio del gobierno de Lorena Cuellar Cisneros, actual gobernadora de la entidad, entre las actividades a cumplir en sus primeros cien días de gobierno, se incluía justamente la creación de este Sistema y la creación del Instituto Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Tlaxcala; sin embargo, y a dos años de gobierno, la propuesta aún sigue sin ser atendida, por lo que de no concretarse continuará siendo un tema pendiente en la entidad, a pesar de existir las condiciones normativas para su instrumentación. De esta manera, queda sujeta su formalización a la subjetividad de la voluntad política de los gobiernos en turno.

Investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONAHCYT y Tlaxcala

Los investigadores nacionales se encuentran distribuidos y adscritos a instituciones de investigación y educación superior de todo el país; sin embargo, y conforme a los datos reportados por el SNI al 2020, el estado de Tlaxcala contaba con 177 integrantes (95 hombres y 82 mujeres). Es importante destacar que los datos utilizados para la presente investigación fueron recabados como producto de un convenio de colaboración entre El Colegio de Tlaxcala, A.C. y la Secretaría de Educación Pública Estatal (SEPE) para el periodo 2020, a noviembre del 2021, donde pudo observarse que no sólo aumentaron los investigadores en el SNI de Conacyt en la entidad de 177 a 194, sino que la distribución por disciplina aumentó de 27 a 31.

Gráfica I. Investigadores SNI en Tlaxcala por área del conocimiento.



Fuente: elaboración propia con base en el Sistema Nacional de Investigadores de Conahcyt. Estado de Tlaxcala. 2021.

En este análisis se ubicaron investigadores en las siete áreas del conocimiento que establece Conahcyt, siendo las que tienen mayor presencia de investigadores las de Ciencias sociales, Biología y Química, respectivamente. Las disciplinas de orientación con mayor número de investigadores son: Ciencias de la Vida con 53; en segundo lugar, Ciencias jurídicas y derecho con 15; y en tercer sitio Sociología con 13, el resto se distribuye entre otras disciplinas. Asimismo, es importante destacar que, si bien en la entidad existen instituciones de educación superior con programas de doctorado, aquellos que logran titularse y posteriormente dedicarse a la carrera de la investigación son pocos, y de estos la gran mayoría de los adscritos a dichas instituciones han obtenido su grado en entidades fuera de Tlaxcala, de México e incluso del país.

Tabla 1. Estado de Tlaxcala. Investigadores SNI por disciplina 2020-2021

N°	Disciplina	2020		2021	
		Abs	%	Abs	%
1	Ciencias de la vida	53	29.9	53	27.3
2	Ciencias jurídicas y derecho	10	5.6	15	7.7
3	Sociología	10	5.6	13	6.7
4	Pedagogía	10	5.6	12	6.2
5	Antropología	11	6.2	11	5.7
6	Ciencias de la tecnología	13	7.3	10	5.2
7	Ciencias económicas	6	3.4	8	4.1
8	Geografía	7	4	8	4.1
9	Química	7	4	7	3.6
10	Física	6	3.4	6	3.1
11	Psicología	5	2.8	5	2.6
12	Biotecnología	4	2.3	4	2.1
13	Filosofía	3	1.7	4	2.1
14	Biología	2	1.1	3	1.5
15	Ciencias de la salud	4	2.3	3	1.5
16	Ciencias médicas	1	0.6	3	1.5
17	Ingeniería	2	1.1	3	1.5
18	Matemáticas	3	1.7	3	1.5
19	Administración y negocios			2	1
20	Ciencias agrarias			2	1
21	Ciencias agronómicas y veterinarias	3	1.7	2	1
22	Ciencias biomédicas	1	0.6	2	1
23	Ciencias de la tierra y del cosmos	2	1.1	2	1
24	Lingüística	3	1.7	2	1
25	Prospectiva	2	1.1	2	1
26	Ciencias políticas	3	1.7	2	1
27	Ciencias de las artes y letras	1	0.6	2	1
28	Ciencias tecnológicas	2	1.1	1	0.5
29	Electrónica			1	0.5
30	Estudios de género	1	0.6	1	0.5
31	Historia	2	1.1	1	0.5
31	Investigación médica			1	0.5
Total		177	100	194	100

Fuente: elaboración propia con base en el Sistema Nacional de Investigadores de Conahcyt. Estado de Tlaxcala, 2020 e información recabada por la Secretaría de Educación Pública del Estado de Tlaxcala. Noviembre del 2021.

Tabla 2. Estado de Tlaxcala. Investigadores SNI por institución de obtención de grado 2021.

Institución	Abs	%
Universidad Autónoma de Tlaxcala	26	13.4
Universidad Nacional Autónoma de México	25	12.9
Sin dato	19	9.8
El Colegio de Tlaxcala, A.C.	14	7.2
Universidad Autónoma Metropolitana	14	7.2
Universidad Veracruzana	12	6.2
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	8	4.1
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	6	3.1
Instituto Politécnico Nacional	6	3.1
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica	5	2.6
Colegio de Postgraduados	4	2.1
El Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social	3	1.5
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	2	1
El Instituto Nacional de Ciencias Penales	2	1
Escuela Nacional de Antropología e Historia	2	1
Instituto de Ecología, A.C.	2	1
Universidad Autónoma Chapingo	2	1
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	2	1
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	3	1
Universidad Carlos III de Madrid	2	1
Universidad de Camaguey	2	1
Universidad Miguel Hernández De Elche	2	1
Universidad Iberoamericana	1	.5
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	1	.5
Centro de Investigación en Química Aplicada	1	.5
Centro Jurídico Universitario	1	.5
El Colegio de la Frontera Norte	1	.5
El Colegio de México	1	.5
El Instituto Mexicano del Petróleo	1	.5
Instituto Tecnológico de Celaya	1	.5
La Universidad Autónoma de Baja California	1	.5
La Universidad de Guadalajara	1	.5
Universidad Anáhuac	1	.5
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	1	.5
Universidad de las Américas Puebla	1	.5
Academia de Ciencias de la URSS	1	.5
Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales	1	.5
The University of Manchester	1	.5
Universidad de Essex	1	.5

Universidad de Girona	1	.5
Universidad de Navarra España	1	.5
Universidad de París Sorbona IV	1	.5
Universidad de Reading	1	.5
Universidad de Siegen	1	.5
Universidad Estatal de Moscú	1	.5
Universidad Autónoma de Barcelona	1	.5
Universitas Ruperto-Carola de Alemania	1	.5
Universitat d'Alcala España	1	.5
Université Henri Poincaré, Nancy I de Francia	1	.5
Université LAVAL Québec	1	.5
Université Lyon I de Francia	1	.5
University of Aberdeen	1	.5
University of Oregon	1	.5
Total	194	100

Fuente: Elaboración propia con base en información recabada por la Secretaría de Educación Pública del Estado de Tlaxcala. Noviembre 2021.

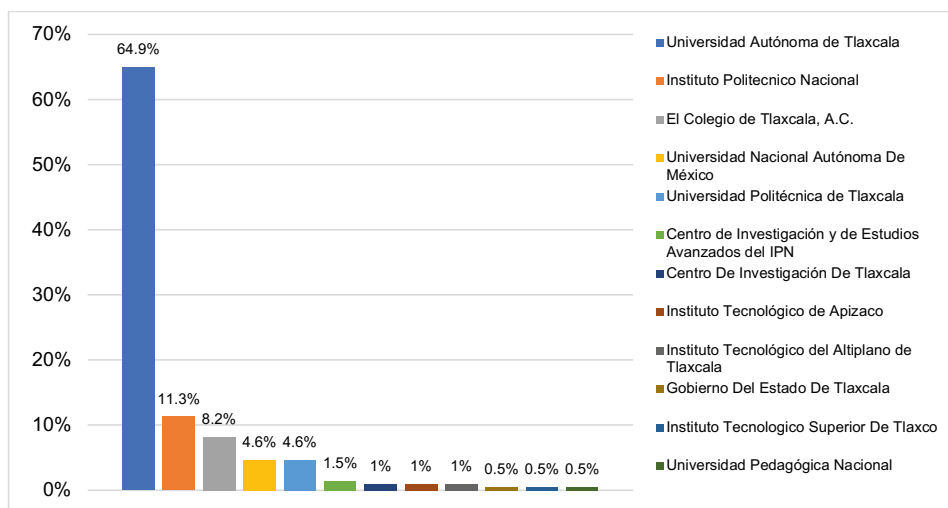
La edad promedio de los investigadores es de 49 años, con un mínimo de 31 y un máximo de 80, estando el mayor porcentaje concentrado en el rango de los 40 a 49 y 50 a 59 años de edad. En este contexto, del total de investigadores en Tlaxcala: 55.7% son hombres y 44.3% mujeres.

Del total de investigadores nacionales adscritos a alguna institución de educación superior o centro de investigación en Tlaxcala, el 95.3% nació en México y sólo el 4.7% proceden de otros países, fundamentalmente de América Latina. Asimismo, el 32.5% del total de investigadores nació en Tlaxcala y el 67.5% en otros estados del país, lo que indica que las instituciones de educación superior con programas de doctorado no sólo no forman suficientes doctores, sino que tampoco existen los mecanismos y estrategias de arraigo de nuevos investigadores para que laboren en la entidad y coadyuven a la formación de nuevos doctores y, con ello, al desarrollo de la entidad.

Al ser Tlaxcala una entidad con una buena ubicación y con ventajas de localización en el centro del país, sólo el 74.7% de los investigadores radican en la entidad: del 22.2% no se cuenta con el dato y el 3.1% radica en Puebla y labora en alguna institución de educación superior o centro de investigación en Tlaxcala, trasladándose entre semana, generalmente desde la capital de Puebla (Puebla), ubicada a únicamente 20 minutos de la capital de Tlaxcala (Tlaxcala). Asimismo, del total de investigadores miembros del SNI de Conacyt en Tlaxcala, poco más de la mitad se ubica en la categoría Nivel I (56.7%); en segundo lugar, con el 30.9%, en el nivel de candidatura; el 10.3% en el nivel II; apenas el 2.1% en el nivel III; y ninguno en la categoría de investigador emérito.

Es importante destacar que la institución con el mayor número de investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores del Conahcyt, como es natural, es la Universidad Autónoma de Tlaxcala, la cual cuenta con el 64.9% del total en la entidad; en segundo lugar se encuentra el Instituto Politécnico Nacional, que cuenta con una sede estatal, específicamente con el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), que con base en la información recabada cuenta con el 11.3% de investigadores registrados en el SNI. En tercer sitio se encuentra El Colegio de Tlaxcala, A.C., entidad paraestatal del gobierno del estado que representa el 8.2% de investigadores nacionales registrados en la entidad. El resto se distribuye en nueve instituciones de educación superior de Tlaxcala

Gráfica 2. Estado de Tlaxcala. Institución de adscripción investigadores SNI 2021.



Fuente: Elaboración propia con base en información recabada por la Secretaría de Educación Pública del Estado de Tlaxcala. Noviembre 2021.

La importancia de ubicar las potencialidades en materia de investigación y ciencia e innovación tecnológica radica, como se mencionó, en identificar no sólo el número de investigadores nacionales, áreas de orientación y disciplinas; sino también en poder identificar los sectores de impacto y los programas nacionales estratégicos (PRONACES) que el gobierno de la 4T, a través de la política nacional de Ciencia y Tecnología del Conahcyt, identifica como áreas prioritarias y que son considerados como el medio para organizar los esfuerzos de investigación en torno a problemas nacionales concretos que, por su importancia estratégica y gravedad,

requieren de una atención decidida y una solución integral, profunda y amplia (Conahcyt, 2019).

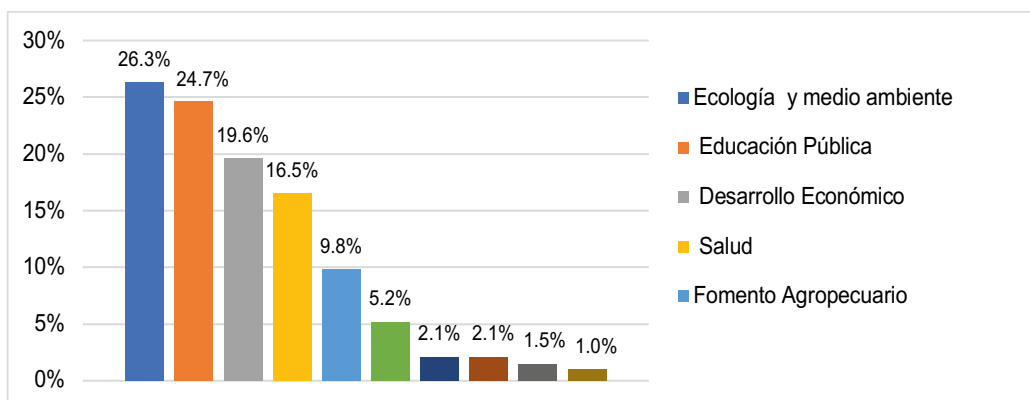
El Gobierno de la 4T plantea para México un nuevo modelo de investigación y participación de la academia, donde se convoque a todos los sectores y se genere una sinergia positiva. Un nuevo modelo incluyente donde las instituciones de educación superior, públicas y privadas, los centros de investigación e instituciones del sector público de los ámbitos federal, estatal o municipal, y las organizaciones de la sociedad civil, las empresas y las comunidades locales y regionales con responsabilidad, desde un enfoque humanista, social, científico o de desarrollo tecnológico, contribuyan al logro de cambios necesarios y urgentes para el desarrollo de la sociedad. Por lo que, como ya se mencionó, el Conahcyt establece 10 programas estratégicos a nivel nacional:

- Salud
- Agua
- Educación
- Cultura
- Vivienda
- Energía y cambio climático
- Sistemas socioecológicos
- Seguridad humana
- Agentes tóxicos y procesos contaminantes
- Soberanía alimentaria

Con base en la investigación de campo realizada para esta investigación,¹ en el estado de Tlaxcala, los investigadores adscritos a las instituciones de educación superior y centros de investigación podemos afirmar que conforme a la información recabada, y dados los sectores de impacto, tocan 10 de los 10 PRONACES que propone el Conahcyt como áreas estratégicas para el desarrollo, siendo en primer lugar el sector de ecología y el medio ambiente en donde se concentra el 32% y, en segundo lugar, el de educación (24.7%), donde los investigadores nacionales en Tlaxcala concentran la mayor actividad en investigación

¹ Encuesta realizada a través de la Secretaría de Educación Pública del Estado de Tlaxcala a todas las instituciones de educación superior y centros de investigación con miembros del SIN, activos y vigentes, a noviembre del 2021, misma que permitió la construcción de una base de datos local anexando los criterios integrados en la encuesta.

Gráfica 3. Estado de Tlaxcala. Porcentaje de investigadores SNI por sector de investigación, 2021.



Fuente: Elaboración propia con base en información recabada por la Secretaría de Educación Pública del Estado de Tlaxcala. Noviembre 2021.

Conclusiones

Este documento constituye un diagnóstico de los miembros del SNI, sus áreas de investigación y los sectores de impacto con base en los PRONACES, establecidos por el Conacyt y el gobierno de la Cuarta Transformación como áreas estratégicas para el desarrollo para el estado de Tlaxcala, con el fin de ofrecer información de primera mano al gobierno vigente para con un claro conocimiento de la realidad en esta materia en la entidad, proponer las bases legales, operativas y financieras para retomar y echar a andar el Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI) y el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación como órgano rector en la entidad.

Así, El Colegio de Tlaxcala, A.C. fue el encargado, en coordinación con la SEPE, se llevaron a cabo un censo actualizado de los investigadores vigentes en el estado, miembros del SNI de Conacyt a noviembre del 2021. Asimismo, se integró un grupo de investigadores multidisciplinario e interinstitucional para realizar un análisis del marco normativo de la Ley de Ciencia y Tecnología del Estado de Tlaxcala, para los posibles integrantes del SECTI, evaluando su vigencia y pertinencia. Asimismo, se llevaron a cabo talleres y conversatorios con instituciones de educación superior, centros de investigación, organizaciones sociales y empresarios, para la determinación de lineamientos legales, estructura operativa, objetivos, líneas de investigación e innovación científica, y alternativas de financiamiento de lo que sería el SECTI, resultando en un documento ejecutivo preliminar construido con un enfoque incluyente, mismo

que fue entregado a las autoridades de la SEPE y del Ejecutivo estatal en espera de las siguientes acciones. En consecuencia, se desprenden las siguientes conclusiones:

a) Según el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (Conahcyt), la política pública de ciencia y tecnología en México busca "impulsar el desarrollo científico, tecnológico y de innovación en el país, mediante la generación de conocimiento y su aplicación en la solución de los problemas nacionales" (Conahcyt, 2021). En este contexto, la importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo del país y sus estados no puede ser subestimada, ya que son fundamentales para mejorar la productividad, competitividad, y promoción del crecimiento económico, el bienestar social y el desarrollo.

b) A pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno mexicano en el ámbito de la ciencia y la tecnología, aún existen desafíos importantes que enfrentar. Uno de ellos es la falta de inversión en este ámbito, que se ha mantenido en niveles bajos en comparación con otros países de la región. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), México invierte alrededor del 0.5% del PIB en investigación y desarrollo, mientras que otros países de la región invierten entre el 0.8% y el 2.5% (BID, 2020); porcentaje que al parecer no apunta a mejorar a pesar de la importante potencialidad que reviste para el desarrollo a nivel nacional y subnacional.

c) Otro de los desafíos es la falta de coordinación entre los diferentes actores involucrados en el ámbito de la ciencia y la tecnología, tanto vertical como horizontalmente. Para lograr el máximo impacto en el desarrollo del país, es necesario que haya una mayor colaboración y coordinación entre el gobierno en sus distintos niveles con la academia, la industria y, por supuesto, la sociedad civil.

d) A lo largo de todo el territorio, México cuenta con importantes fortalezas y debilidades en el ámbito de la ciencia y la tecnología. El país cuenta con una sólida infraestructura de investigación, con una amplia red de universidades, centros de investigación y laboratorios, aunque con aun muy pobre base de recursos humanos (investigadores SNI) altamente capacitados que intervengan desde los diversos sectores, para orientar correctamente la política pública en la materia y con ello los presupuestos públicos en resolución de las diversas problemáticas por las que atraviesa el país, problemáticas que Conacyt ha llamado durante el gobierno de la 4T como PRONACES.

e) A pesar de las críticas, el SNI sigue siendo una herramienta importante para la promoción de la investigación científica de alta calidad en México. Su proceso de evaluación riguroso y transparente ha sido fundamental para mejorar la calidad de la investigación en el país y para fomentar una cultura de excelencia entre la comunidad científica.

f) Una posible hipótesis sobre la falta eficacia y eficiencia de la política pública en ciencia y tecnología en México es que existe una brecha significativa entre las intenciones y los resultados efectivos de dichas políticas. A pesar de que el gobierno mexicano ha implementado varias iniciativas y programas para fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico en el país, la falta de inversión suficiente y la corrupción pueden estar limitando el éxito de estas políticas.

g) La política pública en ciencia y tecnología en México y sus estados (en los que existen sistemas en la materia), se ha enfocado históricamente en la investigación y el desarrollo científico, pero ha sido insuficiente en la aplicación y comercialización de tecnologías para impulsar el crecimiento económico y el bienestar social del país.

h) La política pública de ciencia y tecnología en México y sus estados, debe tener como objetivo principal fomentar la investigación científica y el desarrollo tecnológico, creando incentivos para que las empresas inviertan en investigación y desarrollo, mejorando las condiciones de trabajo y arraigo de los científicos, y así evitar la fuga de cerebros. Según un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2020), México debe invertir más en investigación y desarrollo para poder competir con otros países en la producción de bienes y servicios de alto valor agregado.

i) Se concluye también que, a enero del 2023, no existe en el estado de Tlaxcala una política pública ni el andamiaje institucional y presupuestal en materia de Ciencia y Tecnología, a pesar de estar integrado como una de las acciones fundamentales del gobierno actual en su Plan Estatal de Desarrollo (2021-2027).

j) A noviembre del 2021, existen en Tlaxcala 194 investigadores registrados en el SNI de Conacyt, distribuidos en siete áreas del conocimientos y 31 disciplinas de especialidad, siendo un sector potencial de colaboración subestimado por el gobierno actual para identificar, diagnosticar y eventualmente proponer mecanismos y estrategias de solución a las distintas problemáticas en la entidad.

k) Del 2020 al 2021 hubo un incremento moderado de 177 a 194 investigadores registrados en el SNI de Conahcyt, distribuidos en siete áreas del conocimientos y 31 disciplinas de especialidad en el estado de Tlaxcala, lo que evidencia el pobre apoyo al sector a nivel estatal y pobre crecimiento en la formación de científicos para Tlaxcala en once años.

l) Apenas poco más del 17% de los investigadores en Tlaxcala han obtenido su grado en alguna institución de educación superior o centros de investigación de la entidad, lo que evidencia también la poca importancia que las autoridades educativas en el estado dan a

la formación de nuevos posgrados y también a la consolidación de los ya existentes.

m) El rango de edad en los que se concentra el mayor número de investigadores SNI adscritos en alguna institución de educación superior o centros de investigación de la entidad, se ubica entre 40 y 59 años, dato que reivindica prácticamente la nula integración de nuevos jóvenes investigadores, en tanto no se amplían a la vez los apoyos al campo profesional de desempeño científico en la entidad.

n) De los investigadores SNI en la entidad: 55.7% son hombres y 44.3% mujeres. La brecha de diferencia es de 11.4 puntos porcentuales y, aunque pareciera muy poco, este dato corresponde a 11 años donde en otras condiciones podría haber remontado con cierta facilidad y alcanzar la equidad, siempre y cuando existiera una política de fomento y apoyo a la ciencia y la tecnología en la entidad, hecho que no ha sucedido ni por el actual gobierno ni por los anteriores.

o) Del total de investigadores (194): 32.5% reportan haber nacido en la Tlaxcala y 67.5% en otros estados del país, e incluso en otros países como Argentina, Chile, Colombia, Cuba, Grecia, Guatemala, Haití, Perú y Estados Unidos. Esto indica que las instituciones de educación superior con programas de doctorado no solo no forman suficientes investigadores, sino que tampoco existen los mecanismos y estrategias de arraigo para que esos nuevos investigadores laboren en la entidad y coadyuven no solo a la formación de nuevos doctores, sino también al desarrollo de la entidad con investigación.

p) El 74.7% de investigadores reporta que su lugar de residencia es en el estado de Tlaxcala, el 3.1% dada la cercanía reporta radicar en el estado de Puebla. El 22.2% no reportó lugar de residencia. Al no existir una política pública que incentive las nuevas formaciones y el arraigo de científicos en la entidad, no se avizora que el dato pueda cambiar.

q) Del total de investigadores SNI adscritos en alguna institución de educación superior o centros de investigación de la entidad: 56.7% se ubica en la categoría Nivel I con el mayor porcentaje; 30.9% en la categoría de Candidato; 10.3% en el Nivel II; y 2.1% en el Nivel III. En este caso, y para la entidad, no se reporta ningún investigador en la categoría de Emérito.

r) Como es natural, la institución de educación superior con mayor número de investigadores registrados en el SNI de Conahcyt, y adscritos en alguna institución de educación superior o centros de investigación de la entidad, es la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), donde de los 194 investigadores el 64.9% se ubican en dicha institución; en segundo lugar se encuentra el Instituto Politécnico Nacional, que cuenta con una sede estatal, específicamente con el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), que con

base en la información recabada cuenta con el 11.3% de investigadores registrados en el SIN; y en tercer lugar, El Colegio de Tlaxcala, A.C. cuenta con el 8.2% de investigadores adscritos a dicha institución, adscripciones que tienen una relación directamente proporcional con las asignaciones presupuestales en tanto el gasto público por investigador del SNI oscila como mínimo en \$300,000.00 anuales, más prestaciones, lo que impacta significativamente en los presupuestos que las instituciones reciben anualmente por diversas vías. El apoyo económico del SNI constituye un complemento al salario de los investigadores en Tlaxcala.

s) En estado de Tlaxcala, los investigadores adscritos a las instituciones de educación superior y centros de investigación, conforme a la información recabada, tocan 10 de los 10 PRONACES que propone el Conahcyt como áreas estratégicas para el desarrollo, siendo en primer lugar el sector de ecología y el medio ambiente en donde se concentra el 32% y, en segundo lugar, el de educación (24.7%), donde los investigadores nacionales en Tlaxcala concentran la mayor actividad en investigación, constituyéndose entonces en un sector potencialmente subestimado para el desarrollo de la entidad en esos diez sectores donde un importante número desarrollan investigación

La creación del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, sería una herramienta indispensable y potente para la construcción de una sociedad moderna e incluyente, donde el fortalecimiento a la investigación científica y la innovación tecnológica serán tareas imprescindibles para apoyar el desarrollo de Tlaxcala.

t) La creación del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, sería una herramienta indispensable y potente para la construcción de una sociedad moderna e incluyente, donde el fortalecimiento a la investigación científica y la innovación tecnológica serán tareas imprescindibles para apoyar el desarrollo de Tlaxcala insertándola desde un enfoque humanista hacia el desarrollo, y convirtiendo al SECTI en el mecanismo articulador y vinculatorio entre academia, gobierno y sociedad; sin embargo, esto solo sucederá en tanto los tomadores de decisiones vean a los investigadores como aliados estratégicos con amplios conocimientos y eventualmente propuestas de solución para impulsar de manera efectiva a la entidad hacia el desarrollo, y en consecuencia abandonando el estigma casi tradicional de “estado pobre”.

El nuevo gobierno de la Lic. Lorena Cuellar Cisneros tiene como objetivo, a lo largo de los seis años que dure su periodo (2021-2027), llevar a cabo una gestión diferente con base en los principios de la 4T: “No mentir, no robar y no traicionar”, todo ello en el contexto de un gobierno transparente, eficaz y eficiente, que permita a Tlaxcala y los tlaxcaltecas transitar a un estadio de mayor desarrollo y estabilidad hacia el futuro. En este marco, la gobernadora planteó a las distintas dependencias de su gobierno el establecer una serie de metas posibles a cumplir en los primeros 100 días de su gestión, entre ellas la creación del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación; sin embargo, a la fecha dicho compromiso continúa aún sin atenderse.

Bibliografía

- Cañedo, A. R. (2001). Ciencia y tecnología en la sociedad: Perspectiva histórico-conceptual. *ACIMED*, 9(1), 72-76.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (2019). Obtenido de Conacyt. PRONACES.
- (2020). Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. 22 de octubre. Obtenido de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Easterly, W. (2003). The cartel of good intentions: The problem of bureaucracy in foreign aid. *Journal of Policy Reform*, 6(4), 223-250.
- Gobierno de México (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2021-2024. México: Gobierno de México.
- (2021). Constitución de los Estados Unidos Mexicanos. México: Diario Oficial de la Federación (DOF).
- Ley de Ciencia y Tecnología para el estado de Tlaxcala (LCTT) (2011). Reforma del 22 de diciembre. Periódico Oficial Gobierno del Estado de Tlaxcala. Periódico Oficial del Estado de Tlaxcala, el día 26 de diciembre de 2003. Tlaxcala.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2019). Women in Science.
- Reyes, G. y Suriñach, J. (2012). Las evaluaciones internas del SNI: coherencias o coincidencias. *Secuencia*, 83, 181-217.
- Rodríguez C. E. (2016). El Sistema Nacional de Investigadores en números. México. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.
- Rodríguez Gómez, R. (2021). La desinversión en ciencia. *Revista NEXOS*. 28 de abril. México.
- Sachs, J. D. (2015). The age of sustainable development. Columbia University Press.
- Secretaría de Educación Pública del Estado de Tlaxcala (2021). Información recabada por la Dirección de Educación media superior y superior a noviembre del 2021. SEPE. Tlaxcala.
- Stiglitz, J. E. (2019). Economics of the Public Sector. W. W. Norton & Company.

- TamayoSaez, M. (2003). El análisis de las políticas públicas. Universidad Complutense de Madrid, Instituto Universitario Ortega y Gasset.
- UNESCO (2018). Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2 de noviembre. UNESCO.

Experiencia de incidencia en la red agroalimentaria maguey-aguamiel-pulque

<https://doi.org/10.59307/terne1.110>

Roldán-Cruz, E. & Medina-Mendoza, C.

<https://orcid.org/0000-0001-6811-7967>

<https://orcid.org/0000-0001-7468-0115>

Resumen

En el presente trabajo se dimensiona la incidencia que guarda el único instrumento normativo vigente en la aún principal entidad abastecedora de pulque y aguamiel del país (Hidalgo). Ideas inmersas alrededor de la economía circular, métrica legislativa y análisis FODA, son los principales insumos utilizados. Se aportan ideas iniciales que permitan (entre otras) replantear el deber ser de la planta del maguey: sustituir la lógica dominante de tirar la planta después de cada sistema de explotación por una lógica circular en la que todos los residuos se puedan usar y/o transformar a recursos tangibles.

Palabras clave: *economía circular, producción de pulque, métrica legislativa, planta de maguey.*

Advocacy experience in the maguey-aguamiel-pulque agri-food network

Roldán-Cruz, E. & Medina-Mendoza, C.

Abstract

In the present work, the incidence of the only normative instrument in force in the still main supplying entity of pulque and mead in the country (Hidalgo) is dimensioned. Ideas immersed around the circular economy, legislative metrics and SWOT analysis, are the main inputs used. Initial ideas are provided that allow (among others) to reconsider the duty of the maguey plant: replace the dominant logic of throwing the plant away after each exploitation system with a circular logic in which all residues can be used and/or transform into tangible resources.

Keywords: *circular economy, pulque production, legislative metric, maguey plant.*

Introducción

Para el Sistema Integrado de Información Taxonómica de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2013), la planta del maguey (de origen indígena) forma parte de la familia y género de los Agaves. Su distribución abarca desde el sur de los Estados Unidos de América (EUA) hasta Bolivia, Paraguay, Colombia y Venezuela. México concentra cerca de 150 especies de las 200 registradas a nivel mundial, más 36 especies que pertenecen a categorías infra específicas (en suma constituyen total de 186 taxones) (García, 2007). A pesar de que se reconocen 30 especies sobre la frontera magueyera hidalguense (principal entidad del país productora de aguamiel/pulque), la contabilidad institucional, el aporte científico y la realidad del productor, contabilizan pérdida de variedades notables (grupos taxonómicos y filogenéticos) (García & Galván, 1995). Tan sólo a finales del Siglo XX, 1.700 hectáreas de maguey aguamiel/pulque lograban consolidar la edad propicia (promedio entre 8 y 12 años), después de dos décadas la cuantía registra variación negativa de hasta 300; es decir, cada año desaparecen en promedio 30 hectáreas de frontera magueyera hidalguense (SIAP, 2000-2010). Tal escenario contrasta en demasía con la relevancia histórica y económica del maguey aguamiel/pulque,

La pérdida de maguey implica déficit a un sinnúmero de usos documentados desde su descubrimiento.

pues alguna vez fue considerado el principal eje de acumulación en la economía agraria hidalguense: en comparación a la etapa más álgida de la lógica sustitutiva de importaciones (1940-1980) se llegaron a cuantificar 17 veces más hectáreas que cumplieron el período fructífero, y cerca de 147 en el periodo porfirista (1876-1911), época dorada del llamado pulque fino (Ramírez, 2000; Loyola, 1956; DGE, 1937-

1975). Diversos autores coinciden, la pérdida de maguey implica déficit a un sinnúmero de usos documentados desde su descubrimiento: conocimiento ancestral; alimentación escalonada con ciertas leguminosas y hortalizas; construcción de viviendas; sustento económico, costumbres y saberes arraigados; prácticas culturales y valor agroecológico; uso de vestimenta; bioeconomía y prototipos industriales; latifundios y haciendas pulqueras; sujetos y lucha agraria; monopolio económico y poder político; reforestación y erosión; gastronomía, alimentos y medicamentos.

Información disponible de la política pública agraria nacional reconoce al interior de la entidad hidalguense cierta diversificación en el uso de la planta del maguey: dos municipios con siembra de maguey penca (947 hectáreas), uno maguey mixiote (23 hectáreas),

y 43 de maguey aguamiel y pulque (5.100 hectáreas); empero en casi todos los casos, la tendencia funcionalidad de la planta es limitada: 29 de cada 100 hectáreas sembradas finalizan la edad propicia para su explotación (SIAP, 2018). Paralelamente subsisten en promedio al menos 15 mil familias hidalguenses que se dedican aún a actividades relacionadas al aprovechamiento de los diferentes productos del maguey (SAGARPA, 2016). Frente a tal realidad, el texto intenta exponer los resultados de cierta vinculación académica con productores y tomadores de decisiones, que permitieron contextualizar la incidencia legal y normativa que guarda la vigente Ley para el Manejo Sustentable del Maguey en Hidalgo (espacio subnacional mexicano). El planteamiento teórico inmerso en la Economía Circular (Pauli, 2010; Pearce & Turner, 1990; Stahel & Reday, 1981), permitieron replantear la idea básica a seguir en la producción del maguey: sustituir la lógica dominante de tirar la planta después de cada sistema de explotación (penca, mixiote, aguamiel) por una lógica circular en la que todos los residuos se puedan usar y/o transformar a recursos tangibles.

Metodología

La línea discursiva de tal vinculación fue alimentada por una serie de acciones y estrategias a señalar. Se consensuó el insumo necesario para sistematizar la evaluación normativa de la vigente Ley del Maguey: métrica legislativa propuesta por el Observatorio Legislativo, la cual, entre otros atributos, se caracteriza por evaluar y/o medir el trabajo legislativo de manera precisa, completa, ágil y sencilla. Se incluyeron al menos diez criterios para tal evaluación: claridad y técnica legislativa; integración al sistema jurídico; mecanismos de garantía; relevancia pública de los cambios planteados; fundamentación de iniciativas; identificación de grupos objetivo y beneficiarios; previsión de evaluación de cumplimiento de objetivos; análisis costo-efectividad; viabilidad presupuestal; análisis de impacto regulatorio (ITESO, 2013). Posteriormente la guía para la identificación y análisis de las posibilidades de negocios de la bioeconomía (IICA, 2019), fue el insumo necesario para alimentar un par de Foros Regionales Participativos en zonas emblemáticas productoras de maguey. La caja de herramientas inmersas en el análisis de Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas (FODA) definieron la directriz de tal interacción, en la cual se promovió la participación y la generación de resultados accesibles para los disímiles productores de maguey, respondiendo a las ventajas, alternativas, desventajas o deficiencias, y riesgos externos que definen la situación actual de la planta (Boucher y Reyes, 2013).

Resultados y Discusión

La Ley para el Manejo Sustentable del Maguey del Estado de Hidalgo (publicada el 31 de Diciembre del 2011 por el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo), se fundamenta por 7 títulos y 77 artículos; su respectivo reglamento fue emitido el 8 de Octubre del 2012, consta de 4 títulos y 73 artículos (POGEH, 2012). A los cinco años de operatividad de la vigente Ley, se reforma su artículo 75 párrafos segundo y tercero, básicamente se desindexó el Salario Mínimo por las Unidades de Medida y Actualización (POGEH, 2011). En ambos documentos (norma y reglamento) la terminología empleada parafrasea cierto lenguaje técnico básico (algunas veces repetitivo), empapada de entramados administrativos sin definición clara de responsabilidad o alentar soluciones tangibles. Tanto la Ley de Desarrollo Agrícola Sustentable para el Estado de Hidalgo, la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo, la Norma Técnica Estatal Hidalgo NTE-SAGEH-001/2006, y la Norma Oficial Mexicana Nom-059-SEMARNAT, son los únicos instrumentos supletorios de la vigente Ley del Maguey. Mientras que la Norma Técnica Estatal NTE-SAGEH-001/2006 (a 10 años de promulgada la vigente Ley del Maguey) es la única pauta legal directa de tal norma (paradójicamente que no se desprende de tal trama jurídica); la cual paradójicamente otorga viabilidad lícita a la tala clandestina y explotación indiscriminada de la planta (POGEH, 2011). Ponderando tal pauta normativa, en conjunto con la evidencia empírica señalada por los productores de maguey, destaca el empoderado papel recaudador del atomizado Sistema Producto Maguey y de demás entes locales de Hidalgo (asociaciones, colectivos, agrupaciones e inclusive direcciones de desarrollo agropecuario municipal), alimentado por limitados criterios de transparencia, legalidad y fiscalización (POGEH, 2012).

De forma implícita la vigente Ley del Maguey (así como en su respectivo reglamento) confiere al aparato institucional de la política pública agraria local facultades para definir procedimientos, acciones, mediación, sanciones, seguimiento, en materia de conservación, protección, fomento, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento sustentable de la planta. Empero la sinergia entre el vigente reglamento y la percepción casi homogénea de los productores de maguey, evidencia realidades disímiles: limitada sistematización del Padrón Estatal de Productores; nula categorización de las especies y/o variedades inmersas en el territorio; cupular y atomizado Sistema Producto Maguey; limitados criterios técnicos para el manejo de la calidad, sanidad e inocuidad de la planta; aislados y artesanales intentos de transferencia y valor agregado en los derivados y subproductos de la planta; y la

devastación irracional de la planta, amparada en la mayoría de las veces por la Guía de Movilización del Maguey, pues opera, según los productores, con opacidad de autoridades locales y grupos de productores partidarios.

Precisamente la operatividad financiera de la vigente Ley (sin objetivos, metas y proyectos estratégicos definidos) gravita en criterios relativamente contradictorios: promoción y desarrollo; se incluye en la Ley de presupuesto, contabilidad y gasto del Estado de Hidalgo así como el presupuesto de egresos (estímulos fiscales, créditos, fianzas, seguros, fondos, y fideicomisos); mientras que la Secretaría de Finanzas y la institucionalidad de la política pública agraria operan recursos para conservación, protección, restauración del maguey (capacitación, asistencia, sistema producto, transferencia); y finalmente otro criterio no justificado en el reglamento de la respectiva Ley, los recursos obtenidos por la Guía de Movilización de Maguey; producción y reproducción de la planta (vía vivero), la mayoría de las veces corresponde al atomizado Sistema Producto Maguey (recursos que nadie fiscaliza). Quizás la Ley General y Reglamento de Sociedades Mercantiles, la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, y la Ley Nacional de Propiedad Industrial, permite conjugar y unificar los variados criterios de financiamiento a partir de presupuesto consensuado y autorizado por el poder legislativo y las aportaciones que reciba para cualquier fin del Gobierno del Estado de Hidalgo; créditos que se obtengan para el cumplimiento de fines; donaciones, herencias, subsidios, aportaciones y adjudicaciones; cualquier ingreso que se obtenga por cualquier título legal; diferentes acciones, estrategias e implementaciones. Señalar que la construcción de la vigente Ley del Maguey fue pensada en diversas mesas de trabajo, con la participación de servidores públicos de la política pública agraria local en turno y la Coordinación Jurídica del Gobierno del Estado de Hidalgo y Diputados Integrantes de la Sexagésima Primera Legislatura del Congreso Libre y Soberano del Estado de Hidalgo (2010-2013). La evidencia indica que se excluyó la voz tanto del principal beneficiario de la planta (disímil productor de maguey) y del ámbito científico, académico y tecnológico tanto local, nacional e internacional.

Por los resultados de tales decisiones, a inicios del año 2019 productores de Maguey del municipio de Cardonal y Apan (Hidalgo) demandan y solicitan a la Presidencia de la Comisión de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos de la LXIV Legislatura del Congreso Libre y Soberano del Estado de Hidalgo, la necesidad de analizar y evaluar los alcances a 10 años de promulgarse la vigente Ley del Maguey. Para tal efecto se invita a la Red Científica Maguey Nopal (por medio de Cátedras/CONACyT) a diseñar de manera conjunta la estrategia metodológica que permita lograr tal

objetivo. Los ejes rectores de las reuniones de trabajo (entre productores, científicos, tomadores de decisiones) se centraron en discutir los alcances reales de norma a partir de contrastar ciertos criterios de protección, conservación, fomento, aprovechamiento del maguey (Figura 1).

Fig. 1 Reuniones Temáticas de trabajo



Fuente: archivo propio.

Posteriormente la Comisión de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos de la LXIV Legislatura del Congreso Libre y Soberano del Estado de Hidalgo y los tomadores de decisiones de la política pública agraria local, convocaron a los productores de maguey a Foros Regiones Participativos realizados en zonas emblemáticas productoras: Zempoala (Junio 2019) y Cardonal (Julio 2019). Se recogieron las voces del disímil productor de maguey con el uso de las herramientas inmersas en el análisis de Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas (FODA), la cual permitió confirmar tanto las problemáticas que se viven sobre la producción de la planta(al menos las de más apremio), realidades productivas sobre el frontera magueyera hidalguense (cuatro lógicas diferenciadas por orden de intensidad), sistematización del ciclo productivo del maguey (se utilizó como ejercicio de análisis una variedad mediana; edad propicia 8-10 años; 145 días de explotación; mayor calidad de aguamiel, 14-15 grados Brix); y finalmente posibles factores indirectos que pueden incidir en el crecimiento (si bien las condiciones edáficas y

climáticas influyen en el crecimiento de la planta, también son importantes las labores y estrategias de los productores así como las respuestas de la política pública agrícola).

Fig. 2 Foros Regionales Participativos



Fuente: archivo propio.

Fig. 3 Talleres Participativos Regionales



Fuente: archivo propio.

Algunas de las problemáticas identificadas son:

- limitado conocimiento por parte de los tomadores de decisiones en las necesidades de la realidad que vive tanto la planta y el sujeto agrario productor de maguey;
- los instrumentos jurídicos y de política pública agrícola local, están lejos de incidir y dinamizar la producción de maguey;
- esporádicos criterios técnicos (quizás regresivos) en el manejo en la calidad, sanidad e inocuidad. Plagas y enfermedades definen la funcionalidad productiva del maguey;
- corporativo y cupular favoritismo, existen productores de tercera, segunda y primera en el sistema productivo maguey;
- la Guía de Movilización del Maguey no ha garantizado minimizar la devastación irracional de la planta, es regresiva tal norma;
- existe pérdida de biodiversidad, erosión de suelos y desertificación por la extinción de variedades de la planta del Maguey.

Realidades productivas:

- cultivo exclusivo para fines de autoconsumo, no se siembra nada más;
- cultivo en bordos para delimitar terreno y proteger a la tierra de la erosión;
- intercalado la planta con el maíz, legumbres y algunos cereales (cebada), temporal en su mayoría;
- limitado cultivo de la planta, la reproducción es casi nula.
- La incertidumbre recurrente en casi todos ellos, la planta es destruida antes de que cumpla el ciclo de edad productiva (8-12 años en promedio) por los depredadores que quitan la piel del meyolote del maguey ocasionado que la penca y el corazón se sequen y la planta muera en su totalidad; sólo queda usarlo para leña.

Fig. 5 Realidades productivas del Maguey

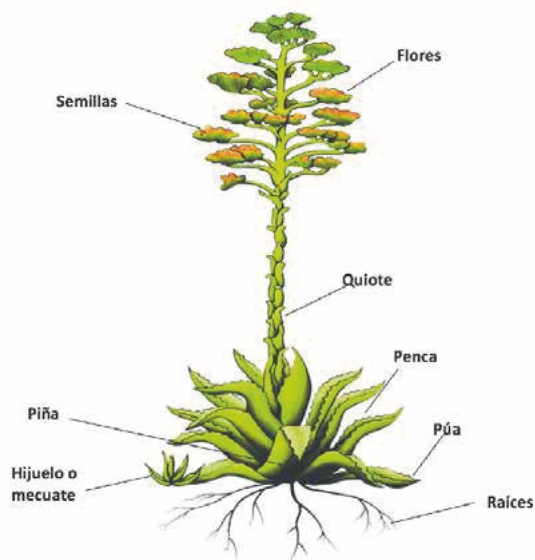


Fuente: archivo propio.

Ciclo productivo (Biomasa):

- en promedio 145 días efectivos del ciclo productivo, desde la extracción y capación del meyolote hasta eliminar la planta de la melga (las hileras de esta planta). Entre primavera y otoño, período frecuente en la que se realiza tales operaciones;
- el día 1 de raspado de la planta se obtiene en promedio 1,5 kilogramos proveniente del meyolote, derivado de la respectiva capación ;
- para el día 2 recomendable dejar reposar a la planta del Maguey, no se obtienen residuos que representen Biomasa;
- en el día 3 se realiza la técnica de raspado, acción al día que permite obtener cerca de 200 gramos de Fibra Raspado (d) y 0,4 litros de Aguamiel (c);
- día 4 al 58, continuidad en el proceso de manejo cultural de la planta, 200 gramos de Fibra Raspado (mexal), y en promedio 5 litros de Aguamiel (Ortiz et al., 2008).
- día 59 a 135, se obtienen los mismos 200 gramos de Fibra Raspado (d), empero, el rendimiento de la producción de Aguamiel (c) desciende, promedio más menos 0.5 litros (Muñiz, Rodríguez, Rodríguez, Contreras & Aguilar, 2013).

Fig. 6 Morfología de la planta del Maguey 1:flor; 2:semilla; 3:quiotte; 4:espina; 5: hoja o penca; 6:tallo o piña; 7: hijuelo; 8:raíz



Fuente: Narváez et al. (2016).

Así pues del total del ciclo productivo de Aguamiel (c) de una planta de Maguey que equivale en promedio a 145 días (4.5 meses) se obtienen 286,89 litros de aguamiel (color amarillo cristalino, sabor dulce y olor herbáceo; constituido por agua, azúcares, proteínas, gomas, sales y minerales) (Lappe et al., 2008). La Norma Oficial Mexicana NMX-V-022-1972, reconoce como aguamiel a la savia que exuda la piña del maguey pulquero tras haber sido raspado, producido de manera natural por hidrólisis de sus fructanos, materia básica con la que se fabrica el pulque (también conocido como tlachique, néctar de agave). A partir del criterio de densidad litros/kilogramos se cuantifican 370.1 kilogramos de Aguamiel(c) (370,1 kg por 1.29 gramos /litros de aguamiel); mientras que la suma parcial de Fibra Raspado (d) durante el ciclo productivo del Aguamiel (c) suma el valor de 28.1 kilogramos/planta. Por tal el planteamiento matemático de Biomasa Maguey (capado), es el siguiente:

$$a = b + c + d$$

donde:

a=1.000 kilogramos de peso promedio de la planta del Maguey (variedad mediana, 8-10 años).

b=Penca, la incógnita a definir (todo aquel material vegetativo retirado en la edad propicia)

c=Aguamiel, 370.1 kilogramos.

d=Fibra Raspado, 28.1 kilogramos.

Sustitución y despeje

$$1000 = b + 370.1 + 28.1$$

$$1000 = b + 398.2$$

$$b + 398.2 = 1000$$

$$b = 1000 - 398.2$$

$$b = 601.82 \text{ kilogramos}$$

Asumiendo que el resto de los factores permanece constante, se indica que en promedio la Biomasa efectiva para un planta del maguey capado (variedad mediana, 8-10 años, con ciclo productivo de 145 días), es de 601.82 kilogramos de Penca (b) (incluye hasta el mezontete), 370.1 kilogramos de Aguamiel (c); y 28.1 kilogramos de Fibra Raspado (d) (incluye la piña, meyolote y metzal) (Figura 7).

Factores indirectos:

- plantación escalonada (validada): después de cuatro años de crecimiento de la planta del maguey vía vivero (50 a 70 centímetros), se trasplanta a un sistema de alta densidad, donde se planifica su crecimiento a cuatro años más, con base en una reconversión productiva gradual y escalada (uso eficiente e intensivo del espacio). En una hilera se trasplantan

los magueyes provenientes del vivero, de cuatro años de crecimiento, con seis metros de separación entre cada fila y dos metros entre cada planta. Pasados dos años se vuelve a sembrar otra hilera de magueyes provenientes de vivero, ahora con una separación de dos metros entre una de las hileras de las plantas de seis años de crecimiento; cuatro años en vivero y dos en campo, y a cuatro metros de la otra hilera. Después de cuatro años, se siembra nuevamente una hilera de magueyes provenientes de vivero, con una separación entre cada fila de dos metros. Teniendo así, tres hileras de crecimiento escalonado: ocho años, seis años y cuatro años (González, 2017);

- las históricas prácticas culturales (podas, deshierbe, fertilización, daño cuticular, al menos dos veces al año) y el manejo de plagas/enfermedades (el llamado picudo, la principal plaga que afecta a la planta casi todo el año, provoca la degradación de los tejidos y la muerte de la planta desde 30 hasta cerca del 90 por ciento), deben conjuntarse y contenerse con la elaboración de biopreparados artesanales, por mencionar algunos: bioestimulantes, enraizadores, biofungicidas, bioinsecticidas, biorepelentes, biofertilizantes (Solís et al., 2001; Vázquez et al., 2016);
- derivado de la distribución amplia en ambientes limitantes (suelos someros, infértiles y secos), es determinante el análisis de la variación genética del maguey que permita alcanzar la conservación y la realización de programas de mejoramiento genético; los estimadores de la extensión de la variación genética disponible, contribuye al monitoreo de germoplasma y permite predecir ganancias genéticas potenciales (Moreno & Cubero, 1993).

Conclusiones

El principal instrumento de incidencia sobre la cadena agroalimentaria Maguey en Hidalgo, pese a que intenta incidir en conservación, protección, fomento, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento sustentable de la planta; se afirma que, entre otras, el proyecto y cuerpo carece de lógica productiva; incluye terminología empleada lejos de conceptos históricos y culturales inmersos en la planta; fundamento limitado para su accionar u operar; existen ciertos destellos aislados para alentar la diversificación y la creación de subproductos de la planta; acciones regulativas simuladas para minimizar el tráfico y la tala clandestina de la planta; criterios regresivos en el manejo técnico de plagas y enfermedades; y por último incentivan ciertos procesos corporativos cupulares que restringe el funcionamiento de la cadena de valor y la transparencia de los recursos económicos (es de señalar

que parte de los resultados explicados en el presente contenido, se encuentran en debate legislativo: se apuesta por abrogar la vigente Ley del Maguey).

Bibliografía

- Boucher, F. & Reyes J. A. (2013). *Sistemas agroalimentarios localizados (SIAL), una nueva visión de gestión territorial en América Latina. Experiencias en territorios de Argentina, Costa Rica, Ecuador y México*. México: IICA y CIRAD.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2013). *Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT)*. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/CAT>
- DGE. Dirección General de Estadística. (1937). *Primer censo agrícola ganadero*. Recuperado de <http://internet.contenidos.inegi.org.mx>
- (1975). *V Censo agrícola ganadero y ejidal*. Recuperado de <http://internet.contenidos.inegi.org.mx>
- García, M. A. (2007). Los agaves de México. México. *Revista Ciencias*, 87(1), 14-23. Recuperado de <https://www.revistaciencias.unam.mx>
- García, M. A. y Galván, R.V. (1995). Riquezas de las familias Agaváceae y Nolinaceae en México. México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 56(1):7-24.
- González, M. J.D. (2017). Pulque, la bebida de los dioses al alcance de todos Corporativo Magueyeros San Isidro SA de CV. En Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; y Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, AC. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural (Eds), *Innovar para Competir 40 Casos de éxito* (99-102). Ciudad de México, México.
- IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2019). *Guía para la identificación y análisis de las posibilidades de negocios de la Bioeconomía*. Documento de Trabajo. San José Costa Rica.
- ITESO. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (2013). *Observatorio legislativo*. Recuperado de https://iteso.mx/web/general/detalle?group_id=3910242
- Lappe, O.P; Moreno T.R.; Arrizon, G.J.; Herrera S.T.; García, M. A.; y Gschaedler, M. A. (2008). Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic non-distilled and distilled Agave beverages. *FEMS Yeast Research*. 8(7):1037-1052.
- Loyola, M. E. (1956). *La industria del pulque*. México, DF: Banco de México, Departamento de Investigaciones Industriales.
- Muñiz, M.D.; Rodríguez, H. R.; Rodríguez, J.R.M.; Contreras, E. J.C.; y Aguilar, G. C. (2013). Producción artesanal del aguamiel: una bebida tradicional mexicana. México. *Acta Química Mexicana*. 10 (5), 12-19.
- Moreno, G.J.; y Cubero, J. I. (1993). Selection strategies and choice of breeding materials. In Hayward, M. D.; Bosemark, N.O.; Romagosa, I, Cerezo, M. (Eds), *Plant Breeding: Principles and Prospects* (281-313). London Reino Unido: Springer, Dordrecht.

- MNCP. Museo Nacional de Culturas Populares (1988). *El Maguey, árbol de las maravillas*. México: Robles Hermanos y Asociación.
- Pauli, G. A. (2010). *The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs*. USA: Paradigm Publications.
- Pearce, D. W. & Turner, R. K. (1990) *Economics of natural resources and the environment*. New York, London: Harvester Wheatsheaf.
- POGEH. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Hidalgo. (2011). *La Ley para el Manejo Sustentable del Maguey*. Recuperado de www.congreso-hidalgo.gob.mx
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Hidalgo. (2012). *Reglamento de a Ley para el Manejo Sustentable del Maguey*. Recuperado de www.congreso-hidalgo.gob.mx
- Ramírez, R. M. (2000). *Ignacio Torres Adalid y la industria pulquera*. México, DF: Plaza y Valdés.
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2016). *Agenda de innovación GEIT Maguey*. Hidalgo. Recuperado de <https://sedagro.hidalgo.gob.mx/>
- Stahel, W. R. & Reday, M. G. (1981) *Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy*. USA: Vantage Press.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (1990). *Producción anual agrícola 1990*. México. SAGARPA. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- (2000). *Producción anual agrícola 2000*. México. SAGARPA. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- (2010). *Producción anual agrícola 2010*. México. SAGARPA. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- (2012). *Producción anual agrícola 2012*. México. SAGARPA. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- (2017). *Producción anual agrícola 2017*. México. SAGARPA. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- (2018). *Producción anual agrícola 2018*. México. SAGARPA. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Solís Aguilar, J. F., González Hernández, H., Leyva Vázquez, J.L., Equihua Martínez, A., Flores Mendoza, F.J. y Martínez Garza, A. (2001). *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, plaga del agave tequilero en Jalisco, México. *Agrociencia, volumen 35*(6), 663-670. Recuperado de <https://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>
- Vázquez, G. A., Alipant, F. M., Estrella, C. G.; Ortiz, T. E., Ramírez, J.J., & Ramírez A. M. (2016). El Maguey pulquero: una planta multifuncional y polifacética: los usos desde una visión mestiza e indígena. *Scripta Ethnologica*, 38 (1), 65-87.



RESEÑAS



Revista Semestral de Estudios Regionales: los cimientos de una nueva época

Medina-Pérez, P.C.

La *Revista Semestral de Estudios Regionales* RSER se publicó a mediados de 2014. Esta revista fue un ícono en su contexto temporal debido a que fue el primer ejercicio de divulgación de los estudios regionales generados al interior de su institución editora; y gracias a su contenido diverso, permitió un primer acercamiento a la realidad del estado de Hidalgo, desde la mirada de sus profesores investigadores.

La obra reseñada fue editada por El Colegio del Estado de Hidalgo, bajo la dirección de la Dra. Rocío Ruiz. El Dr. Pablo Serrano como editor responsable, junto con un equipo selecto de colaboradores, dejaron un registro de la producción académica y difusión de trabajos de interés para las ciencias sociales y las humanidades, enfocados en la entidad hidalguense.

Con un cuidado del lenguaje científico, en seis números publicados; pretende dar una explicación e interpretación de la cuestión regional para desentrañar los problemas y fenómenos incluidos en grandes líneas de investigación que derivaron de los dos programas de maestría que ofrecía El Colegio en ese momento: Maestría en Desarrollo Urbano Sustentable y Maestría en Planeación y Ordenamiento Territorial, los cuales se encontraban relacionados con temas como el desarrollo urbano, el desarro-

llo regional, las políticas públicas, la expansión económica, el análisis sociológico, estudios culturales; transversalizados por los fenómenos de atraso o de globalización, vigentes en la sociedad. En un ejercicio de divulgación, presenta los trabajos realizados al interior de El Colegio del Estado de Hidalgo y su área de influencia.

Número 1. "Temas hidalguenses de hoy"

A través de cinco artículos, aborda temas como el cambio climático y su relación con la economía hidalguense, basada en los patrones de consumo y el calentamiento global; para mostrar un diagnóstico de los sitios más vulnerables como los principales cuerpos de agua de Hidalgo. En el segundo capítulo, se muestra el proceso de conformación regional del estado de Hidalgo hasta 1930, durante los periodos del Porfiriato y la Revolución Mexicana; y la explicación de la regionalización hidalguense paralelo a la consolidación del capitalismo en México. También desde una perspectiva económica. Otro artículo del número, muestra la localización del sector industrial manufacturero en la entidad, considerando su accesibilidad como determinante para la incorporación de nuevas firmas. Un tema que se considera es la demografía de la población indígena hidalguense, desde los estudios de población, explica su comportamiento demográfico y su distribución en el territorio hidalguense. En este número, los autores revisan la importancia e influencia de los fenómenos sociales más relevantes estudiados desde la lógica de la línea de investigación de El Colegio del Estado de Hidalgo.

Número 2. "Historias de Hidalgo"

Se presentan historias hidalguenses de gran relevancia para la identidad regional. La minería es el eje rector de este número, a través de artículos como el que describe la biografía de personajes ilustres locales como Francisco García Lombardo y su hija; otro artículo describe a los mineros alemanes asentados en Hidalgo y su huella en ciudades como Pachuca, Real del Monte y Mineral del Chico. Un tercer artículo resalta la relevancia de los prismas basálticos a través de los viajeros en los siglos XVIII y XIX, y muestra esta formación natural a través de fotografía y pinturas. Finalmente, se presentan dos reseñas de libro, en las que se evoca a la ciudad de la plata, Pachuca y las historias que alberga. Se establece, por lo tanto, la importancia de la historia en la conformación regional de Hidalgo.

Número 3. "Aspectos socioeconómicos de Hidalgo"

En cuatro artículos hace un recorrido por el desarrollo regional en Hidalgo, su ordenamiento territorial, servicios financieros y la perspectiva de género en los hogares hidalguenses. Este número evoca la perspectiva económica regional, marcada por las políticas públicas gubernamentales y las políticas sociales, incorporando aspectos sociales, territoriales, familiares y migratorias. Este número enfatiza en el análisis de los aspectos sociales y económicos y su influencia en el desarrollo regional, así como el papel de las políticas públicas como generadoras de un proceso de transformación de la realidad local.

Número 4. “Sociedad y políticas públicas”

En el cuarto número, se abordan temas sociales y de políticas públicas tales como la diversificación religiosa desde un primer acercamiento y la producción artesanal de poblaciones indígenas y el aprovechamiento de la biodiversidad vegetal local. Otro artículo aborda la calidad de los servicios de salud y su incidencia en la reutilización, desde la percepción del usuario. Por último, se evalúa la situación de los resultados obtenidos por los pueblos mágicos hasta ese momento, por la política pública federal de turismo en Hidalgo.

Número 5. “Economía y sociedad en las comunidades”

Con un enfoque microespacial, se centra en los fenómenos que derivan de la relación urbano-rural. Acercamientos a las problemáticas sociales y económicas de cuatro localidades hidalguenses, provenientes de proyectos de investigación que se gestaron desde los programas de maestría de la institución editora. Se incorpora una sección denominada “Agenda metodológica”, en la que se transversaliza el conocimiento y la política con del enfoque de género.

Número 6. “Desarrollo Regional en el Estado de Hidalgo”

El último número publicado, representa el final de la Primera Época de la publicación, su contenido temático va desde un diagnóstico de desarrollo económico con información de los censos económicos 2014, un estudio de la primera generación de políticas públicas en Hidalgo en el contexto de la planeación pública regional, la participación de las reme-

zas en la economía a escala municipal; hasta un acercamiento a las problemáticas regionales de orden ecológico y económico en el caso de la presa Endhó.

Asa RSER representó un esfuerzo de divulgación para entender la historia, la economía, la sociedad y el medio ambiente de Hidalgo. Dentro de sus limitaciones se encuentra justo que se produjo al interior de la institución editora, las contribuciones surgen de los investigadores y estudiantes de El Colegio, sin abrir espacios para investigación externa. Los temas en general son muy diversos y adecuados para la temática general de la revista, sin embargo, se limitan sólo al contexto hidalguense. Debido a los procesos de globalización y los nuevos enfoques para el estudio de la región, era necesaria la apertura a nuevas escalas y áreas de estudio.

De acuerdo con la entrevista del Dr. Maximiliano Gracia, profesor con más de 14 años de permanencia en El CEH; la RSER careció de difusión en redes académicas nacionales o internacionales, la invitación a publicar se realizó sólo entre los miembros del núcleo académico, lo que pudo resultar en la falta de consolidación del proyecto editorial. Si bien se planteaba la Nueva Época de la RSER, este proyecto quedó detenido durante seis años.

Se espera que en esta nueva época se cumplan las aspiraciones de los fundadores; de allí que nos comprometemos a cumplir con la rigurosidad de los procesos de dictaminación, edición y publicación de los trabajos para que la Revista de Estudios Regionales Nueva Época, como El Colegio del Estado de Hidalgo se conviertan en un referente nacional en investigación y divulgación científica.



Atlas regional de riesgo ambiental y vulnerabilidad social en la sierra Otomí-Tepehua

Zúñiga-Jiménez, O.

El libro "Atlas regional de riesgo ambiental y vulnerabilidad social en la Sierra Otomí-Tepehua" es uno de los productos generados a partir del proyecto de investigación denominado "Vulnerabilidad y riesgo ambiental en la Sierra Otomí-Tepehua: Implicaciones en el ámbito rural-indígena" de la Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo a cargo de la

Dra. Patricia Catalina Medina Pérez, en colaboración con Héctor Jesús Tapia Fernández y Óscar Omar Chávez Campusano.

El libro fue publicado en 2021, consta de 6 apartados principales más anexos fotográficos del trabajo de campo. Los primeros cuatro apartados dan una introducción al trabajo, el contexto del área de estudio y las bases teóricas para abordar a través de la cartografía especializada, un análisis de riesgo para los fenómenos geológicos en localidades con altos niveles de vulnerabilidad en la Sierra Otomí-Tepehua (SOT). Los últimos dos apartados muestran la metodología y el proceso de identificación de amenazas o peligros ante fenómenos de origen natural y de manera gráfica muestran las localidades de la SOT con mayor riesgo por deslizamiento de laderas. La información presentada tiene

como objetivo generar instrumentos que permitan realizar acciones preventivas en áreas de la SOT.

El Atlas de riesgo ambiental y vulnerabilidad social se limita al análisis de los municipios que conforman la SOT: Tenango, San Bartolo y Huehuetla por su localización y condiciones geográficas y sociales, en las que se observan peligros por inestabilidad de laderas y procesos de remoción en masa, además de que el 82% de su población se encuentra en un nivel alto o muy alto de marginación (CONEVAL, 2018). En México el grado de vulnerabilidad social ante fenómenos de origen natural puede variar según sea la capacidad de respuesta ante fenómenos de origen natural.

La información que se presenta en los diferentes apartados del libro se complementa con una serie de mapas elaborados bajo ciertos parámetros cartográficos; la base empleada fue la proyección Transversal de Mercator (WGS_91984_UTM_zone_14) en modelos digitales de elevación constituidos por objetos ráster y el National Geographic World Map ESRI 1:250,000, donde se plasmó información georreferenciada de las zonas con mayor riesgo de deslizamiento en las localidades de la SOT. Los modelos se desarrollaron usando el método de triangulación de Delaunay y la herramienta TIN (Triangle Irregular Network), al triangular un conjunto de vértices relacionados con las curvas de nivel.

A partir del Mapa base de la SOT, se ilustraron los posibles comportamientos de fenómenos geológicos perturbadores de la región, para lo que se realizó una caracterización de los elementos del medio natural

como el relieve e hidrografía del lugar, el clima y la geología. El resultado fueron una serie de mapas: Vocaciones regionales del uso de suelo; Declives altitudinales de la cuenca; Variedades litológicas de la región; Características físicas del relieve y geo morfometría, que permiten analizar y comprender el territorio desde otra perspectiva.

El componente social del trabajo se desarrolló a partir del índice de vulnerabilidad social por infraestructura de la vivienda para medir el grado de vulnerabilidad social en las localidades de la SOT. En una serie de mapas se representó la Distribución espacial de las viviendas en las localidades de la SOT, así como de cada municipio de manera individual; donde se puede apreciar que las localidades con altos índices de vulnerabilidad social se agrupan al sur de San Bartolo, el norte de Tenango y al norte de Huehuetla, y que las localidades con altos niveles de vulnerabilidad social se encuentran asentadas principalmente en San Bartolo.

La autora emplea una metodología para la identificación de amenazas o peligros ante fenómenos de origen natural, cruzando información del índice de vulnerabilidad social con el riesgo por deslizamiento de laderas en la SOT para generar mapas de riesgo que explican con información detallada la localización de viviendas en riesgo y las áreas de afectación de laderas identificadas en el análisis de riesgo y vulnerabilidad social.

La información que se presenta en el libro ilustra el posible comportamiento de fenómenos perturbadores relacionados con deslizamientos de laderas en la región, con el objetivo de

generar instrumentos que permitan realizar acciones preventivas para mitigar el peligro. El proyecto de investigación se ve reforzado gracias al aporte gráfico y visual que da la cartografía especializada, pues muestra desde otra perspectiva el comportamiento espacial de los fenómenos que corresponden al riesgo de deslaves y los componentes sociales generados con el índice de vulnerabilidad social por infraestructura de la vivienda en las localidades de la SOT.

En México, los deslizamientos de laderas son fenómenos que han costado un gran número de vidas humanas y daños materiales, por lo que es necesario establecer factores que permitan a la población identificar los sectores de mayor riesgo.

En este trabajo podemos ver que a través del análisis espacial de los datos se puede identificar patrones, analizar la proximidad o dispersión de fenómenos de distinto carácter y comprender las relaciones espaciales que se dan entre las variables. La cartografía especializada que se utiliza a lo largo del libro permite visualizar problemáticas que están ocurriendo en las localidades de la SOT sobre un mapa del territorio. Acorde con el objetivo planteado por la autora, estos trabajos buscan aportar desde la investigación a la generación de instrumentos de gran utilidad para la toma de decisiones en acciones preventivas y áreas de riesgo para la población más vulnerable en la SOT.

La difusión del conocimiento en estos rubros es fundamental para enriquecer la capacidad de los habitantes de respuesta ante riesgos de fenómenos de origen natural que pueden estar presentes en su entorno inme-

diato, y de esa forma aportar desde su esfuerzo a la mitigación de peligros. El aporte visual que dan los mapas envuelve al lector y lo lleva de la mano en la comprensión del comportamiento espacial de los fenómenos que corresponden al riesgo de deslaves y los componentes sociales que se generaron con el índice de vulnerabilidad social por infraestructura de la vivienda en las localidades de la SOT.

La autora, Patricia Catalina Medina Pérez, es doctora en Estudios de Población por el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, es maestra en Desarrollo Urbano Sustentable por el Colegio del Estado de Hidalgo y arquitecta por el Tecnológico Nacional de México. Actualmente trabaja en el proyecto de investigación “Segregación residencial socioeconómica en la zona metropolitana de Pachuca”, que pretende establecer la relación entre la segregación residencial socioeconómica y el valor del suelo en los municipios centrales de la zona metropolitana de Pachuca; mediante análisis exploratorio de datos espaciales y regresión espacial. También trabaja en el desarrollo del “Seminario Estudios Socioambientales. Vulnerabilidad y riesgo”, por El Colegio del Estado de Hidalgo. Sus líneas de Investigación son: Estudios socio-territoriales; Sustentabilidad urbana; Vulnerabilidad social y medio ambiente; Pobreza; Demografía urbana; Vulnerabilidad sociodemográfica y Población y medio ambiente.

Nuestros autores

■ Mtra. Lizeidi López Bustos

Maestra en Desarrollo Urbano Sustentable. Consultora Independiente. Líneas de investigación: Urbanismo, Movilidad y transporte sustentable. Correo: lizeidilb@gmail.com

■ Dr. Maximiliano Gracia Hernández

Doctor en Economía de El Colegio del Estado de Hidalgo. Línea de investigación: desarrollo y crecimiento económico, economía internacional. Correo: maximiliano@elcolegiodehidalgo.edu.mx; graciamaximiliano2022@gmail.com

■ Dr. Héctor Manuel Cortez Yacila

Doctor en Ciencias Económicas adscrito al Colegio de Tlaxcala A. C.- Centro de Estudios Desarrollo Regional y Análisis Económico. Líneas de investigación Ordenamiento territorial, Desarrollo urbano y regional, Economía territorial y Desarrollo local.

Correo: hcortezyacila@coltlax.edu.mx

■ Dr. Pastor Badillo Flores

Doctor en Ciencias Políticas y de la Administración y Relaciones Internacionales por la Universidad Complutense de Madrid. Investigador posdoctoral en El Colegio del Estado de Hidalgo. Líneas de investigación: Estado de bienestar, pobreza, política pública, programas de combate a la pobreza y género. Correo: pbadillo@elcolegiodehidalgo.edu.mx

■ Dr. José Iván Ramírez Avilés

Doctor en Urbanismo por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), (SNI 1) del CONAHCYT. Sus líneas de investigación: procesos metropolitanos y periferias urbano-rurales, segregación y fragmentación urbana; desigualdades urbanas y urbidios. Correo: jramirez@elcolegiodehidalgo.edu.x

■ Dr. Jesús David Quiroz Jiménez

Profesor investigador de El Colegio del Estado de Hidalgo y profesor de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, SIN 1. Su línea de investigación se enfoca en los efectos de la variabilidad climática en los sistemas socioambientales del centro de México y estado de Hidalgo. Correo: jquiroz@elcolegiodehidalgo.edu.mx

■ Dr. Priyadarsi Debajyoti Roy

Investigador del Instituto de Geología de la UNAM, SNI 3. Editor de la revista Geochemistry (Elsevier). Su línea de investigación se enfoca en la reconstrucción de los efectos de la variabilidad climática del pasado geológico reciente sobre los ecosistemas de regiones con condiciones ambientales extremas y diversas en México, mediante la aplicación de herramientas geoquímicas. Correo: roy@geologia.unam.mx

■ Mtra. Carolina Ivonne Castelán Hernández

Maestra en Ciencias por la UNAM, experta en el uso aplicado de SIG. Miembro de la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIAMTOS). Ha elaborado el Atlas Climático Digital de México, Escenarios de Cambio Climático Regionalizados CORDEX, AR6 IPCC, Escenarios de Cambio Climático Actualizados CMIP5, etc.

Correo: ccastelanh@atmosfera.unam.mx

■ Ing. Ángel Alberto Islas Sanjuán

Ingeniero en Geología Ambiental, experto en el manejo de SIG para la creación de mapas. Es miembro del Laboratorio de Geomática del Colegio de EL Estado de Hidalgo donde ha realizado foros de participación ciudadana y ha colaborado en la elaboración de Atlas de Riesgos municipales del estado de Hidalgo. Correo: angelalbertoislasm@gmail.com

■ **Dr. Héctor Jesús Tapia Fernández**

Profesor investigador, Laboratorio de Geomática de El Colegio del Estado de Hidalgo, Parque Científico y Tecnológico del Estado de Hidalgo, La Concepción Blvd., 3 Exhacienda La Concepción, 42162, Hidalgo, México.

Tel. (52)7711383079.

Correo: htapia@elcolegiodehidalgo.edu.mx

■ **Dra. Patricia Catalina Medina Pérez**

Profesora investigadora en El Colegio del Estado de Hidalgo. Sus líneas de Investigación son: Estudios socio-territoriales; Sustentabilidad urbana; Vulnerabilidad social y medio ambiente; Pobreza; Demografía urbana; Vulnerabilidad sociodemográfica y Población y medio ambiente.

Correo: pmedina@elcolegiodehidalgo.edu.mx

■ **Dr. Edgar Iván Roldán Cruz**

Profesor Investigador de El Colegio del Estado de Hidalgo

Línea de investigación: economía agrícola y regional

Correo: rcruze@gmail.com

■ **Dra. Carmen Medina Mendoza**

Investigadora de la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital. Línea de investigación: aprovechamiento biotecnológico del maguey, nopal y frutales.

Correo: cmedina@utvm.edu.mx

■ **Dra. Angélica Cazarín Martínez**

Profesora investigadora en El Centro de Estudios Políticos y Sociales de El Colegio de Tlaxcala A.C.

Doctora en Desarrollo Regional por El Colegio de Tlaxcala Líneas de investigación: Democracia, partidos políticos, procesos electorales y alternancia.

Correo: cazarin0202@hotmail.com

■ **Lic. Oscar Zúñiga Jiménez**

Arquitecto por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ha participado en proyectos de investigación relacionados con la vivienda sostenible en el estado de Hidalgo. Estudiante de la Maestría en Desarrollo Urbano Sustentable, El Colegio del Estado de Hidalgo.

■ **Mtra. María Guadalupe Solís Murcia**

Licenciada en Ciencias Políticas y Administración Pública, egresada de la Maestría en Desarrollo Urbano Sustentable por El Colegio del Estado de Hidalgo, México.

Correo: mdus0918@elcolegiodehidalgo.edu.mx

Información para autores/as

Lineamientos para autores

La Revista Estudios Regionales Nueva Época, es una publicación semestral interdisciplinaria editada por el Colegio del Estado de Hidalgo, que tiene como objetivo la divulgación de estudios científicos en materia regional para el ámbito de las ciencias sociales.

El sistema de aceptación se basa en la evaluación externa con el procedimiento de arbitraje a doble ciego. Una vez recibido el documento original se realizará un proceso de revisión por uno de los miembros del Comité editorial. Si es aprobado, será evaluado mediante el procedimiento doble ciego por dos especialistas. El artículo deberá reunir dos dictámenes positivos para ser aceptado.

Estudios Regionales Nueva Época es financiada por El Colegio del Estado de Hidalgo.

Se publica en formato impreso y digital (pdf).

Los usuarios están autorizados a descargar, copiar, distribuir, imprimir los textos que se publican en esta revista sin permiso del autor, de acuerdo con la definición de la BOAI de Open Access.

Estudios Regionales Nueva Época contiene tres secciones principales:

Artículos de investigación. Deberán ser el resultado de investigaciones deriven de un estudio original y riguroso, en el que se destaque la contribución al conocimiento. El artículo deberá tener una extensión de 4500 y 6000 palabras. Se deberá seguir el modelo: introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones.

Reseñas. Lecturas críticas de libros recientes de carácter interdisciplinario. Se recomienda someter reseñas de libros publicados con una antigüedad máxima de dos años. La extensión mínima será de 1500 palabras.

Los textos se presentarán en Times New Roman a 12 puntos con interlineado doble, incluirán:

- La ficha bibliográfica completa y la imagen de portada de la publicación reseñada en formato jpg o tif en una resolución mínima de 300 dpi.
- Nombre del autor
- Teléfono, correo electrónico y dirección postal
- Institución en la que colabora
- Semblanza del autor de aproximadamente 200 palabras
- Título en español e inglés

Estructura de los artículos

Resumen. Extensión máxima de 250 palabras, deberá contener antecedentes, objetivo, métodos y resultados.

Palabras clave. Cinco palabras significativas

Introducción. Deberá justificar la relevancia del tema o problema de investigación, marco teórico y conceptual, los antecedentes y los objetivos del estudio.

Metodología. Se describe el diseño metodológico, los materiales, fuentes de información, procedimientos, las variables y métodos empleados para el análisis y la interpretación de los datos.

Resultados. En este apartado pueden presentarse la discusión y los resultados, se deberán enunciar los hallazgos más relevantes de la investigación y la interpretación de los resultados.

Conclusiones. En este apartado se sintetizan los hallazgos, aportaciones y resultados más relevantes y si estos dan respuesta a la hipótesis de trabajo.

Referencias. Se ordenan alfabéticamente de acuerdo con el formato APA.

Formato para envíos

Sólo se aceptan textos en formato Word

El texto debe enviarse en formato tamaño carta, a doble espacio, en letra Times New Roman 12 puntos.

Los archivos deberán estar paginados y con número de línea continua, no deben incluirse datos de

identificación de los autores.

En la primera página, incluir una hoja con el título del trabajo y nombre completo de los autores, datos de adscripción institucional, correo electrónico, número ORCID e indicar el autor de correspondencia.

Cuadros y figuras

Cuadros

Los cuadros deberán reflejar información legible, El título de los cuadros deberá ser preciso, antecedido por una numeración ascendente comenzando por el número 1.

En el pie del cuadro podrán agregarse notas, abreviaturas empleadas en el cuadro, créditos y la fuente.

En el texto, se hará referencia a los cuadros por el número consecutivo que corresponda (Ejemplo: ...se aprecia en el cuadro 8...).

En la primera versión, incluir las figuras y cuadros en el cuerpo del texto insertadas como imagen, así como un resumen de no más de 250 palabras, en el que se describan los aspectos más relevantes del trabajo. Una vez aceptado, se solicitarán los archivos de las figuras por separado, por lo que se deberá contar con los archivos originales de cuadros y figuras en los formatos correspondientes.

Figuras

Se denomina "figura" a mapas, fotografías y gráficas; estas deberán referenciarse en el texto y deberán numerarse en orden consecutivo de acuerdo con el orden de aparición en el texto. Deberán contar con un título y fuente. Deberán contar con una numeración ascendente empezando por el número uno y en el orden en que aparezcan en el texto.

Todos los mapas deberán contar con coordenadas geográficas, escala gráfica, leyenda, sin rosa de los vientos, título fuera de los márgenes del mapa e incluir la fuente.

Se sugiere el uso de un editor de ecuaciones.

La bibliografía deberá aparecer enlistada al final del documento, ordenada alfabéticamente por el apellido del autor (en caso de que se citen dos obras del mismo autor, deberá ordenarse cronológicamente de la obra más reciente a la más antigua y distinguirla con la nomenclatura a, b, c) con el formato que se indica a continuación:

Artículo de revista:

Apellido, A. A. (periodo, año) Título del artículo, Nombre de la revista, vol (núm), páginas.

Artículo de revista en línea:

Apellido, A. A. (periodo, año) Título del artículo, Nombre de la revista, vol (núm). <http://www.paginaweb.org>

Libro

Apellido, A. A. (Año). Título del libro, Ciudad: Editorial.

Capítulo de libro

Apellido, A. A. y Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo. En A. A. Apellido (Ed.), Título del libro, (pp. xx-xx). Ciudad: Editorial.

Página web

Apellido, A. A., "Título del artículo", Nombre de la publicación [en línea], lugar, fecha, disponible en: <dirección web> (Fecha de consulta).

Proceso de envío

Los artículos deberán subirse a plataforma digital de la revista e incluir una carta dirigida a la Jefa Editora de la revista, Dra. Patricia Catalina Medina Pérez, indicando la relevancia académica del trabajo sometido. La carta deberá declarar que el trabajo es original y que no se ha sometido a evaluación en otro medio editorial, con firma de los autores.



También puedes leer online en
elcolegiodehidalgo.edu.mx