

# **Metodología para la construcción de un plan de ordenamiento urbano, bajo el modelo de ciudades sostenibles: el caso de la zona metropolitana de Pachuca, Hidalgo**

Sócrates López Pérez<sup>1</sup>

Sonia Bass Zavala<sup>2</sup>

Luis Alberto Oliver Hernández<sup>3</sup>

## **Resumen**

La Metodología para el diseño de un Plan de Ordenamiento Urbano, bajo el modelo de Ciudades Incluyentes., es el resultado del trabajo desarrollados por un equipo de trabajo multidisciplinario de la Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo, con el objetivo de diseñar una metodología que resuelva los problemas principales de las ciudades emergentes, y construya alternativas para su planeación bajo un modelo sostenible. Como punto de partida se ha analizado de qué forma están funcionando estas ciudades, y comprender comportamiento del desarrollo de las zonas metropolitanas, y su funcionamiento. En este caso enfocándonos en el comportamiento de la Zona Metropolitana de Pachuca, Tulancingo y Tula; en sus formas y procesos de integración de los municipios metropolitanos, sus problemas principales en los servicios, transporte, vivienda, agua limpia, seguridad, infraestructura, empleo, en sus formas de asentamientos y definición del territorio y poblamiento de sus habitantes. El concepto de ciudad sostenible ha tenido una amplia discusión para definir un solo modelo. Después del Informe Burtland de 1987, el concepto cambia de elementos básicamente ambientales a nuevos que se enlazan al desarrollo económico, cohesión y equilibrio social y el rescate de identidades culturales. Inicialmente el Desarrollo Sostenible se ha considerado como aquellas intervenciones para asegurar la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes, sin afectar las futuras. Que finalmente se va integrando a un concepto multidimensional en la cual se incluyen lo económico, ambiental y social, pero que a su vez sean implementados bajo objetivos bien definidos y diseñando bajo políticas públicas.

Posteriores reflexiones han agregado más dimensiones, las cuales contemplan lo demográfico y lo político; las primeras en tanto las ciudades se han convertido en la mejor forma de convivencia de los grupos humanos, así como se tiene una tendencia de crecimiento de la población en estas ciudades y nuevos procesos de urbanización y relación en los sistemas de ciudades, por lo tanto el tipo de migración y la gran diversidad de culturas humanas que empiezan a convivir; así como lo político en tanto deben ser procesos fortalecidos por las instituciones y gobiernos, así como contemplando la participación democrática de sus ciudadanos en la toma de decisiones y su intervención en los diversos modelos y diseños de planeación para la ciudad.

**Conceptos clave:** Sostenibilidad, Metodología, Ordenamiento urbano.

---

<sup>1</sup> Dr. Sócrates López Pérez; UAEH-ICSHu-AASyD; lopezs@uaeh.edu.mx

<sup>2</sup> Dra. Sonia Bass Zavala; UAEH-ICSHu-AASyD; sonia\_bass10401@uaeh.edu.mx

<sup>3</sup> Dr. Luis Alberto Oliver Hernández; UAEH-ICSHu-AASyD; luis\_oliver9924@uaeh.edu.mx

## **Introducción**

El modelo está desarrollado bajo el modelo de Ciudades Sostenibles y a partir de la construcción de un Índice Integral de Sostenibilidad (ISI), el cual se aplique en las tres Zonas Metropolitanas del Estado de Hidalgo. Este modelo parte de tres grandes Dimensiones (Desarrollo Urbano, Cambio Climático y Gobernabilidad), cada una a su vez, se integra mediante variables básicas de sostenibilidad, e integradas a un modelo matemático-estadístico que represente el comportamiento real de las condiciones de vida de los habitantes de las ciudades que forman las ZM. Estas variables son representativas en tanto incorporan los problemas centrales de cualquier ciudad para medir la calidad de vida de los ciudadanos, tales como el empleo, la seguridad, movilidad, ambiente, legislación, agua limpia, acceso a servicios de calidad en salud y educación, principalmente. Estos elementos a su vez llegan a comprender los componentes fundamentales para la gobernabilidad de cualquier ciudad, sistemas de ciudades y zonas metropolitanas, las cuales, definen los escenarios regionales posibles para construir las instituciones y legislación necesaria, para la integración de los territorios de los municipios y objetivos comunes, la armonización de sus administraciones, la maximización recursos en diversos procesos de planeación a un nivel metropolitano, respetando la autonomía y autoridad municipal.

Para el logro de ciudades sostenibles, en el diseño, se debe incluir acciones planes de intervención que definan a estas ciudades como seguras, equitativas, sustentables, con participación democrática de sus habitantes; para definir planes de intervención focalizados y participativos, que hagan de las ciudades y sus zonas metropolitanas, verdaderas alternativas de vida para las comunidades humanas que habitan en sus territorios. Para el caso de las ZM de Hidalgo, se debe incluir un análisis de legislación actual, principalmente las que incidan sobre la regulación del desarrollo recursos y participación ciudadana, entre ellas, la Ley de coordinación para el desarrollo metropolitano; de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático; ley movilidad y transporte; ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas; ley de participación ciudadana; ley de planeación y prospectiva; ley de población; ley de prevención del delito; ley de prevención y gestión integral de residuos; ley de regulación de desarrollos industriales; ley de turismo sustentable; ley de vivienda; ley del instituto para el desarrollo y fortalecimiento municipal; ley estatal de agua y alcantarillado; ley orgánica municipal y la ley para la protección al ambiente del estado de Hidalgo. Pero a su vez bajo un mismo modelo de ciudades sostenibles en zonas metropolitanas de Hidalgo, así como su propio Plan de Desarrollo Urbano y sus Programas de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático, el impulso de la participación ciudadana, y la construcción de ciudades incluyentes, para mujeres, y con comunidades solidarias.

## **1.- De ciudades emergentes a zonas metropolitanas**

El proceso de urbanización se forma básicamente al unirse dos o más metrópolis en una gran conurbación. Por lo cual, debemos abandonar la idea de la ciudad como un bien asentado y organizado en una sola unidad en la que las personas, actividades, y las riquezas son concentradas en una pequeña zona claramente separada de sus alrededores rurales o sin urbanización. Cada ciudad en esta región, se extiende a lo largo y ancho alrededor de su núcleo original, no sólo crece en medio de una mezcla irregular de las zonas y paisajes rurales

y suburbanos, sino que se funde en frentes amplios con otras mixturas, de algo similar, aunque diferente estructura, pertenecientes a los barrios suburbanos de otras ciudades. De esta forma ha sido identificada como un conjunto articulado de varias áreas metropolitanas dentro de una misma unidad funcional y social. Y quedan marcadas mayormente no por la continuidad espacial, sino principalmente por el sistema de relaciones que incluye un intercambio comercial, de mano de obra, de espacios industriales, suburbios amplios, concentración de zonas urbanas, redes de transporte, vías de comunicación, intercambio de servicios y actividades más amplias como el turismo, infraestructura educativa y de salud.

En los inicios del siglo XXI, sin duda que la humanidad finalmente ha alcanzado uno de los niveles demográficos más importantes de su historia, que van acompañados de esta nueva forma de organización social. Por primera vez, una mayor cantidad de personas viven en las ciudades que en el campo, según las proyecciones de las Naciones Unidas. Las tendencias muestran que para el año 2030, más del 60% de las personas vivirán en ciudades, y su tasa de crecimiento es particularmente rápida en muchas de estas nuevas ciudades, que concentran más de 10 millones de habitantes (Gottmann, 2012). Esta definición de la Megalópolis, tal y como se entiende en el presente estudio, es el que señala Jean Gottmann en sus escritos de 1961 referente a los procesos de conurbación de Baltimore y Baltimore-Washington. Y se refería a la formación de un sistema urbano regional que en conjunto formaba más de 10 millones de habitantes. Además, hace el agregado no sólo demográfico, también incluye elementos sociológicos como el poder, la administración, justicia, economía y cultura. Y que coincide con parte de ciertas coyunturas históricas que van a definir dicho crecimiento de la población. Y esta se ajusta a los términos modernos de ciudades que surgen en el periodo industrial y se dinamizan a partir de migraciones globales y por ciclos.

Sin duda que, junto a estos crecimientos de las ciudades y sus economías, de igual forma crecen los retos y desafíos para otorgar a sus ciudadanos una vida de calidad y segura. Una cuestión clave, es la carga que el crecimiento está colocando en las infraestructuras urbanas. Los residentes urbanos de todo el mundo demandan una buena calidad de vida. Ellos requieren de aire limpio para respirar, agua de buena calidad, electricidad confiable para facilitar su vida cotidiana y otros servicios. La gente necesita de atención médica, educación de calidad, vivienda digna y sistemas de transporte para su movilidad interna y ofrecer la facilidad de mover a millones de personas. Es claro que una buena calidad de vida requiere del funcionamiento de diversas infraestructuras, las cuales deben ser eficaces, y a su vez, contribuir a la prosperidad económica, que se armonice a una mejorar calidad de vida. Desafortunadamente, la infraestructura en muchas ciudades se quedó atrás de las necesidades de la población, la cual hoy es uno de los principales desafíos para los gobiernos de las ciudades, tanto aquellas emergentes como en las consolidadas de los países industrializados.

Según diversos estudios internacionales sobre ciudades, los grandes retos se han concentrado en la economía en primer lugar, en tanto concentran y resuelven el problema del empleo, el cual ocupa el 81% de la opinión de los involucrados en la gestión de la ciudad. Por lo cual, se hace énfasis en la creación de puestos de trabajo, en la habilitación y competitividad de sus economías para atraer inversiones que generen nuevas plazas, a la vez el fortalecimiento de infraestructura para sostener dichas inversiones (ONU-HABITAT, 2016).

Una segunda preocupación son las cuestiones ambientales que están relacionadas con el crecimiento. Dentro de los temas, el aire ocupa un papel relevante, y está unido a su vez, con la infraestructura del transporte. Sobre todo, el transporte masivo, el que mayormente aporta contaminantes, y que está relacionado con las nuevas energías y soluciones innovadoras hacia fuentes renovables. Aunque a nivel internacional ha quedado marcado que se prefiere sacrificar lo ambiental ante lo económico, y dentro de ello se enfocan los esfuerzos al transporte público y masivo. Por lo cual concentran la atención en soluciones ambientales y las inversiones se priorizan para el reemplazo hacia energías limpias con transporte ecológico.

Este tema, se enlaza hacia gobiernos eficientes que se deriven en la gobernanza de sus ciudades. Se ha definido hacia administración trasversal y coordinada con un enfoque holístico. Las barreras que generalmente se presentan, van orientadas hacia las coordinaciones de los gobiernos de los diversos niveles, y de su multitud de órganos de administración. Con superposición de responsabilidades mal definidas, se intenta equilibrar las necesidades de la ciudad, con amplias áreas metropolitanas y tener una interdependencia entre la diversidad de infraestructuras, las cuales finalmente se enfrentan a las viejas formas de gobierno, que aún no han logrado adaptarse y reconstruirse para una mejor atención, por un lado, y por otro a desarrollar una mejor capacidad de respuesta a las demandas de sus ciudadanos.

Dentro de estos procesos las ciudades al tomar su propia identidad, parten de un modelo que, en México, se ha dado mediante una estructura que inicia en una zona centro, en la cual se comparte la vivienda con el comercio y actividades administrativas. A partir de este, se va haciendo un ensanche en la cual, en un primer trazo, se dan viviendas residenciales, bien administradas, con trazos planeados e infraestructura de calidad y buenos servicios. Una última zona exterior queda marcada por actividades industriales, junto a barrios y asentamientos de trabajadores, pero con escasos servicios, inseguros, y viviendas precarias.

Las ciudades bajo su propia dinámica de crecimiento e historia, se han identificado en relación de los problemas que ha acumulado. Uno de los últimos estudios sobre este tema ha clasificado a las ciudades en base a la composición y soluciones de sus problemáticas. Entre ellos destacan:

1.- Aunado a lo anterior, según diversos estudios internacionales sobre megaciudades, los grandes retos se han enfocado en primer lugar en su economía. Por lo que se han concentrado en resolver problemas del empleo, el cual ocupa el 81% de la preocupación de los involucrados en la gestión de la ciudad. De ahí que se haga énfasis en la creación de puestos de trabajo, en la habilitación y competitividad de sus economías, para atraer inversiones que generen nuevas plazas, así como el fortalecimiento de infraestructura que sostengan dichas inversiones.

2.- Temas ambientales, que estén enlazados al crecimiento. Dentro de estos, el aire ocupa un papel relevante, y está unido al mismo tiempo con la infraestructura del transporte, principalmente. Sobre todo, el masivo, que es el que aporta una cantidad importante de contaminantes, y que se está relacionado con las nuevas energías como soluciones innovadoras y sus fuentes renovables. Aunque a nivel internacional ha quedado marcado que se prefiere postergar lo ambiental ante lo económico, y dentro de ello se enfocan los esfuerzos al transporte público y masivo. Por lo cual, cuando se concentran en las soluciones

ambientales, prefieren invertir para el reemplazo hacia energías limpias y transporte ecológico. Los temas más importantes van en sentido de transporte, Energía, Aguas limpias y residuales, cuidados de la salud y acceso a servicios, seguridad y protección, financiamiento de las ciudades y gobernanza

3.- Hasta el momento, se han planteado cuatro sectores ambientales y la priorización de infraestructura, entre los que se encuentran: el agua, la electricidad, la salud y la seguridad.

4.- Estas preferencias se han vinculado hacia el mejoramiento de la gobernanza de las ciudades, la gestión urbana para el mejoramiento de la planificación, en la gestión de infraestructura y servicios más eficientes. (López, 2021)

Un elemento importante para el estudio de ciudades es el Sistema de Ciudades, como un conjunto ordenado de urbes que se mantienen dinámicas mediante diversas relaciones económicas (empleo, abasto, servicios, etc.), políticas (concentración de la clase política, partidos, ONG, grupos religiosos, etc.), culturales (masa crítica, grandes espacios e infraestructura para la reproducción cultural, universidades, instituciones de arte,etc.) y la centralización de la administración y la gestión de sus recursos. Este Sistema a partir de la capacidad de cada ciudad se van integrando mediante su jerarquización, lo que implica que en forma integral pueden funcionar en base a una ciudad principal, o relaciones bidireccionales, con una ciudad principal dominante, y según su ubicación espacial (redes concentradas, dispersas, lineales, dendríticas, radiocéntricas, o regulares).

Este crecimiento de las ciudades, como nuevo modelo de vida de las comunidades humanas, ha definido nuevas problemáticas y por lo tanto grandes retos de su propia existencia. Entre ellos, el tema ambiental en su sentido de los efectos del cambio climático, y su están impacto en la vida de todas las personas y sus entornos, tanto a nivel rural como urbano. En cada contexto se vislumbra distintas necesidades de las personas para enfrentar los efectos del cambio climático. Dichas necesidades difieren según las condiciones de vulnerabilidad de niñas, mujeres, adultos mayores, población indígena o bien por una doble y triple vulnerabilidad en la combinación de estos condicionamientos. En este estudio que busca incidir en la mitigación y adaptación del cambio climático para mejorar la calidad del aire y las condiciones de vida y bienestar, se requiere escuchar la voz de los sujetos inmersos en este proceso y viviendo en las zonas del estudio, es decir las zonas metropolitanas del estado de Hidalgo.

## **2- Consolidación de las zonas metropolitanas en el estado de Hidalgo**

Una vez constatada la baja sostenibilidad de la zona metropolitana de Pachuca en el Índice de Sostenibilidad Integral. Es prioritario que nos enfoquemos en el análisis de las leyes encargadas de regular las interacciones de cooperación intergubernamental para el desarrollo metropolitano, por lo que describiremos sus principales características, procedimientos y controles, para concluir con sus principales problemas y puntos de acción en el campo de la gestión pública. Esto con la finalidad de enriquecer el conocimiento sobre el manejo sostenible de la administración pública y de dar mayor fundamento a nuestra propuesta, pues la misma toma como punto de partida los errores generados en la acción pública en la zona metropolitana y a partir de ahí generar nuestra propuesta de mejora.

La *Ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano* tiene como objeto fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos en el país, establecer la concurrencia de la federación, de las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales para la planeación, ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional. Fijar los criterios para que, en el ámbito de sus respectivas competencias exista una efectiva congruencia, coordinación y participación entre los tres niveles de gobierno para la planeación de la fundación, crecimiento, mejoramiento y conservación de los centros de población y asentamientos humanos, garantizando en todo momento la protección y el acceso equitativo a los espacios públicos.

La *Ley de planeación y prospectiva del Estado de Hidalgo*, tiene como objeto establecer las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevarán a cabo la Planeación Estatal del Desarrollo y en función de ésta, las actividades de administración Pública estatal y municipal, siendo fundamental la promoción de la participación democrática de los diversos grupos sociales a través de sus representantes y autoridades.

Para lo anterior, esta Ley privilegia a la planeación para fijar objetivos, metas, estrategias y prioridades, así como criterios basados en estudios de factibilidad para la asignación de recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, siendo la evaluación de resultados un aspecto relevante.

Por su parte, la *Ley de coordinación para el desarrollo metropolitano del Estado de Hidalgo*, tiene por objeto establecer los lineamientos generales de coordinación y Planeación Estatal Estratégica para el Desarrollo Metropolitano de manera integral y sustentable en la Entidad, así como una adecuada coordinación entre los diferentes órdenes de Gobierno que interactúan en las Zonas Metropolitanas. Dicha coordinación queda a cargo de los órganos de coordinación metropolitana:

- El Consejo Estatal Metropolitano;
- La Coordinación de Desarrollo Metropolitano del Estado de Hidalgo; y
- Las Comisiones Metropolitanas del Estado de Hidalgo;

Para su debido funcionamiento, el artículo 27 establece que se creará un Fondo Metropolitano, el cual estará integrado con las aportaciones de:

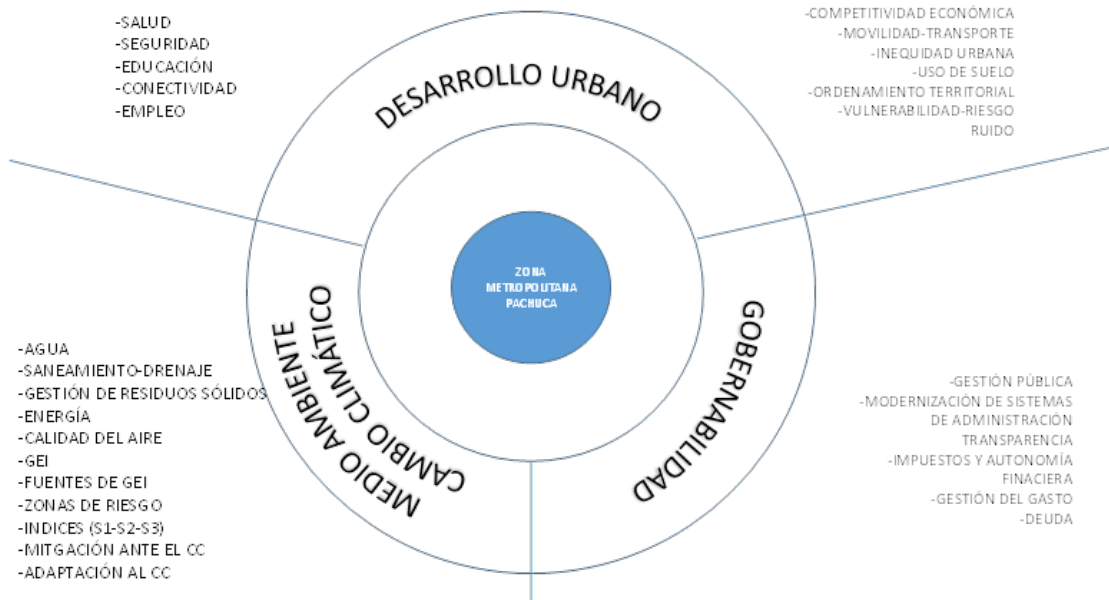
- El Gobierno Federal cuando así se justifique;
- El Gobierno del Estado;
- Los Gobiernos Municipales; y
- Organismos legalmente constituidos.

Para tal efecto, el fondo metropolitano será constituido por las Participaciones y Aportaciones Federales; las entidades federativas reciben transferencias adicionales para la atención de necesidades específicas a través del Ramo 23 Provisiones Salariales y Económicas. Para el PEF aprobado para 2017, se han incluido el Fondo Regional, el Fondo

Metropolitano, Fondo de Estabilización de los Ingresos de las Entidades Federativas (FEIEF), el Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos, y los recursos de Provisión para la Armonización Contable; sin embargo, ninguno de estos fondos presenta distribución geográfica en los anexos del Proyecto de Decreto, por lo que los recursos federalizados del Ramo 23 por entidad federativa se reportan en cero para todos los estados. Considerando esta salvedad, en la tabla siguiente se presenta la comparación de los recursos identificados para el Estado de Hidalgo.

### 3.- Matriz de análisis para el rediseño de ciudades sostenibles

Gráfico 1. Matriz de dimensiones e indicadores para el análisis de sostenibilidad.

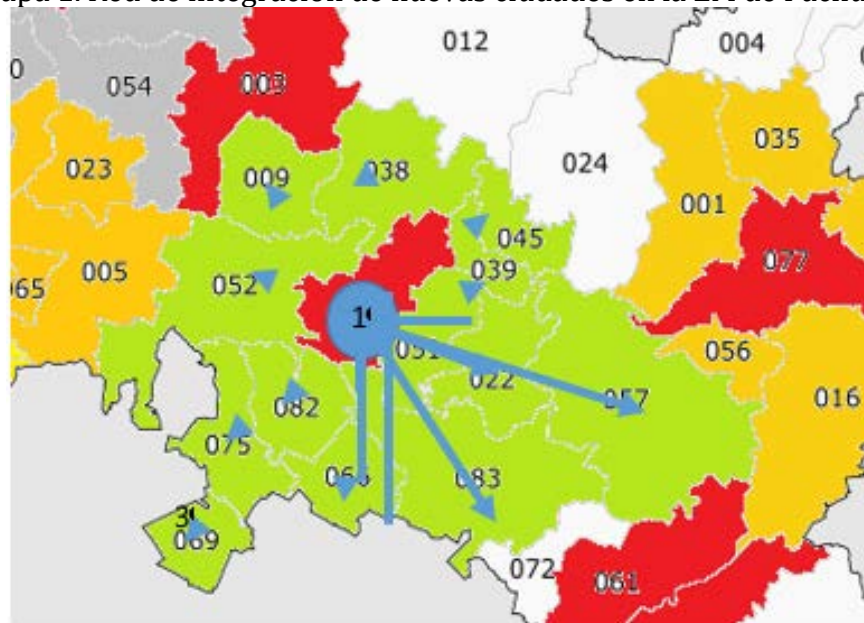


Fuente: elaboración propia con base al análisis de diversos modelos de sostenibilidad para ciudades (López;2022).

### 4.- Discusión de resultados (Priorización y ejes de acción)

Como resultado de un primer análisis de los datos obtenidos para el diagnóstico de los municipios que integran la ZM de Pachuca, y siguiendo la metodología de Ciudades Sostenibles, nos muestra que Pachuca es el que marca la dinámica principal en el desarrollo regional al concentrar los indicadores más altos en empleo, competitividad económica, infraestructura en salud y educación. Sin embargo, derivado de ello paga los costos ambientales, de movilidad, transporte, uso de suelo, calidad del agua y seguridad. Siguiendo los mismos indicadores se encuentra Mineral de la Reforma, ya que ambos son la base fundamental de la ZM de Pachuca, y en la cual las demás áreas urbanas de los municipios, se integran a la dinámica que estas le marcan. De esta forma se integra Tizayuca y Mineral del Chico a la ZM de Pachuca, ya que su propia vida urbana está plenamente enlazada (a pesar de no cubrir los niveles de población y de Densidad Urbana). Para la priorización de las acciones en la integración de la ZM de Pachuca, se deberá de tomar en cuenta este orden de intensidad y relación dinámica entre ciudades:

Mapa 1. Red de integración de nuevas ciudades en la ZM de Pachuca.



Fuente: elaboración propia con base a modelo gravitacional de intensidad de integración y dominio de ciudades. (López,2020).

Cuadro 1. Priorización de ciudades de la ZM de Pachuca, con base a la intensidad de interacción como resultados del Modelo de análisis de ciudades sostenibles.

CLAVE INEGI	MUNICIPIO	ORDEN DE PRIORIZACIÓN TOTAL
13022	Epazoyucan	8
13039	Mineral del Monte	5
13048	Pachuca de Soto	1
13051	Mineral de la Reforma	2
13038	Mineral del Chico	9
13052	San Agustín Tlaxiaca	3
13069	Tizayuca	4
13082	Zapotlán de Juárez	6
13083	Zempoala	7

Fuente: Elaboración y cálculos propios, con base al modelo de ciudades sostenibles (López,2020). México, 2022.

En este caso las tres ciudades fundamentales para inicial las bases de ciudades sostenibles para la ZM de Pachuca deberá ser Pachuca, Mineral de la Reforma y San Agustín Tlaxiaca. En este caso considerando las áreas urbanas y de conurbación entre ellas, la integración en su economía, movilidad y movimiento interno de población.

El siguiente nivel de priorización está en relación de las tres categorías principales, en la cual por cada ciudad que integra la ZM, tuvieron su propio ranking. En este caso ya se integraron los nueve municipios en sus áreas urbanas.



Cuadro 2. Priorización de ciudades de la ZM de Pachuca, con base a los resultados de Desarrollo Urbano (Dimensión 1) del Modelo de análisis de ciudades sostenibles.

	Epazoyucan	Mineral del Monte	Pachuca de Soto	Mineral de la Reforma	San Agustín Tlaxiaca	Zapotlán de Juárez	Mineral del Chico	Tizayuca	Zempoala
Salud	Red	Orange	Yellow	Red	Red	Orange	Orange	Yellow	Orange
Seguridad	Yellow	Orange	Orange	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow
Educación	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Orange
Conectividad	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange
Empleo	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Red	Yellow	Red
Competitividad económica	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Red	Yellow	Red
Movilidad-Transporte	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Yellow	Red
Inequidad Urbana	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange
Uso de suelo Ordenamiento territorial	Red	Orange	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange
Vulnerabilidad-Riesgo	Yellow	Red	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange
Ruido	Green	Orange	Red	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Red	Yellow
<b>NIVEL DE SOSTENIBILIDAD</b>									
BAJO	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
MEDIO BAJO	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
MEDIO ALTO	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
ALTO	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

FUENTE: Elaboración propia en base de indicadores de evaluación en la etapa de especialistas, López; México 2021.

Para la categoría de Desarrollo Urbano, nos muestra que una de las prioridades principales es la Competitividad económica, el uso de suelo y el ordenamiento territorial. Ya que dentro del ranking obtenido la evaluación muestra una alta concentración en el nivel de sostenibilidad baja y medio baja. Sin embargo, las ciudades que muestran una alta concentración en los niveles más bajos en todos los indicadores es San Agustín Tlaxiaca, Mineral de la Reforma y Epazoyucan. El mejor desarrollo urbano lo tienen Pachuca, Mineral de la Reforma, Tizayuca y Mineral del monte, ya que son las ciudades que concentran los mejores indicadores de Salud, Educación, Conectividad, Empleo, a la vez que menor Vulnerabilidad y Riesgo.

Cuadro 3. Priorización de ciudades de la ZM de Pachuca, con base a los resultados de Ambiente y cambio Climático (Dimensión 2) del Modelo de análisis de ciudades sostenibles.

	Epazoyucan	Mineral del Monte	Pachuca de Soto	Mineral de la Reforma	San Agustín Tlaxiaca	Zapotlán de Juárez	Mineral del Chico	Tizayuca	Zempoala
Agua	Orange	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Red
Saneamiento-Drenaje	Orange	Orange	Red	Red	Orange	Orange	Yellow	Red	Orange
Gestión de residuos Sólidos	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Orange	Red

Energía									
Calidad del aire									
GEI									
Fuentes generadoras de GEI									
Zonas de riesgo									
Índice de riesgo (Vulnerabilidad)									
S1 Económico									
S2 Eventos Climáticos									
S3 Social									
Mitigación del cambio climático									
Adaptación alCC									
<b>NIVEL DE SOSTENIBILIDAD</b>									
BAJO									
MEDIO BAJO									
MEDIO ALTO									
ALTO									

Fuente: Elaboración propia en base de indicadores de evaluación en la etapa de especialistas, López; México 2021.

Derivado de la estrategia de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático en el estado de Hidalgo, son las ciudades más grandes y más pobladas, las que obtienen los indicadores más altos en esta categoría. Como son los casos de Pachuca, Mineral de la Reforma, Mineral del Monte y Tizayuca, y las ciudades que cuentan con mejores ventajas son aquellas que se encuentran más alejadas del Pachuca como centro dinámico urbano. Como son los casos de Mineral del Chico y Epazoyucan, al contar con sumideros en forma natural y grandes extensiones de bosques. En este caso las preocupaciones principales y retos a resolver son el Agua, el Saneamiento y Drenaje, Gestión de Residuos Sólidos y las Fuentes Generadoras de GEI. A su vez queda claro que ningún municipio de la ZM cuenta con alguna estrategia de mitigación y adaptación ante el CC, a pesar de que sus Índices de Riego (S1-Económico, S2 Eventos Climáticos, S3 Social) se mantienen medio altos. Por lo que en este aspecto los resultados del Sistema de Información de Indicadores Ambientales (SIIA-2017, López UAEH), muestran la siguiente condición:

Cuadro 4. Zona metropolitana de Pachuca; generación de gases efecto invernadero GEI.

(GEI)	(Cuantiles*)	TOTALES (Tn/Año)
PM	57,21	482,683
SO <sub>2</sub>	30,28	237,415
CO <sub>2</sub>	81,86	148,847,750
NO <sub>x</sub>	80,03	13,428,763
CH <sub>4</sub>	60,13	29,346,629
N <sub>2</sub> O	76,73	46,817,931

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

La composición de GEI para la ZM, muestra en una escala basada en cuantiles, una concentración de bióxido de carbono, seguido de Óxidos de Nitrógeno, y el Óxido de Nitroso, los tres gases, por el cuantil en que se ubican cuentan con un nivel de producción de “muy alto impacto”.

Cuadro 5. Fuentes principales de la generación de GEI.

FUENTES GENERADORAS DE GEI	GRADO DE CONTAMINACIÓN (Cuantiles-%)
Puntual (Generación de energía eléctrica, industrias químicas, de cemento y cal, metalúrgica, automotriz, petróleo y petroquímica, textil y producción de bienes a base de minerales no metálicos)	51.21
Vehículos automotores	81.22
Fuentes naturales (Biogénicas)	0.00
Fuentes por áreas productivas y de servicios	29.60
Agrícola (Hectáreas con sustancias químicas, quema controlada, irrigadas con aguas negras y uso de maquinaria agrícola)	24.26
Aguas negras	46.20
Cabezas de ganado mayor, menor e industria avícola	60.81

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

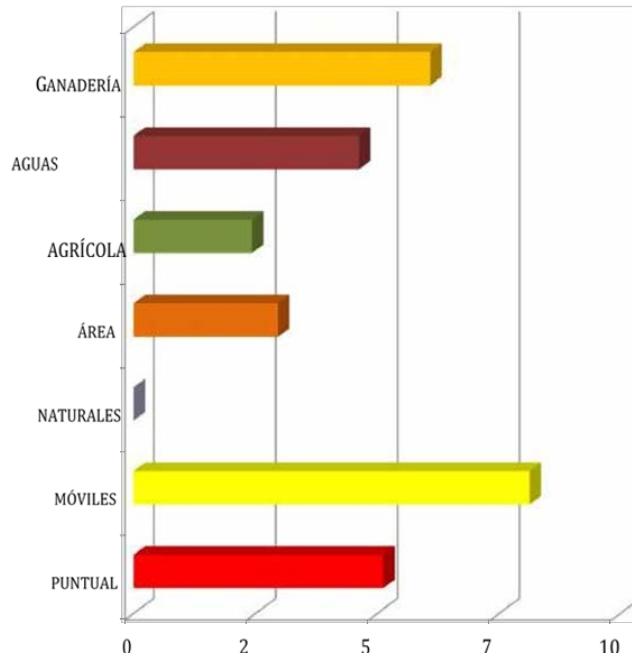
La actividad creada por los vehículos automotores genera la mayor cantidad de GEI en el municipio, esto implica el uso de vehículos a gasolina, diésel y gas LP. Otra actividad que se presenta con un grado de importancia de prevención es la actividad ganadera, pues destaca en este municipio por la producción de gases derivados de las excretas de los animales.

Cuadro 6. Fuentes principales de la generación de GEI.

PRODUCCION DE GEI POR VEHICULOS AUTOMOTORES	PROPORCIÓN DEAPORTE (Cuantiles)
Autos particulares	13.97
Taxis	7.97
Vehículos de transporte de mayor a 5 y menor de 15 usuarios	7.73
Microbuses	8.40
Pick up	14.15
Camiones ligeros a gasolina	11.68
Camiones pesados a gasolina	8.34
Camiones menores de 3 toneladas diésel	12.26
Camiones mayores de 3 toneladas diésel	9.85
Vehículos a gas LP	2.43
Motocicletas	3.21

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

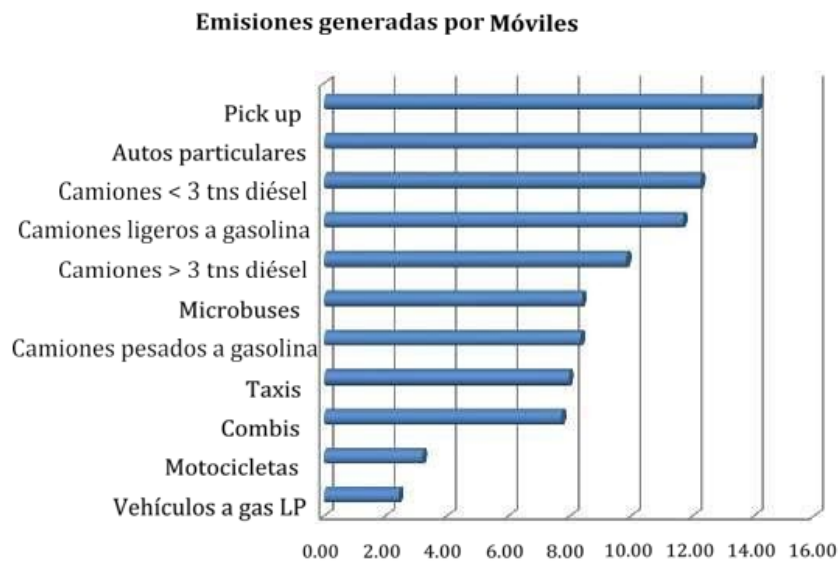
Gráfico 2. Fuentes principales de la generación de GEI en la ZM de Pachuca.  
FUENTES GENERADORAS DE GEI LA ZM DE PACHUCA.



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

La mayor fuente productora de GEI, son los vehículos automotores, para este trabajo agrupa a los vehículos que utilizan gasolina, gas LP y diésel como combustible. En la ZM Pachuca, los vehículos tipo Pick Up son los mayores generadores de GEI, seguido por los vehículos particulares.

Gráfico 3. Fuentes principales de la generación de GEI, por móviles.



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

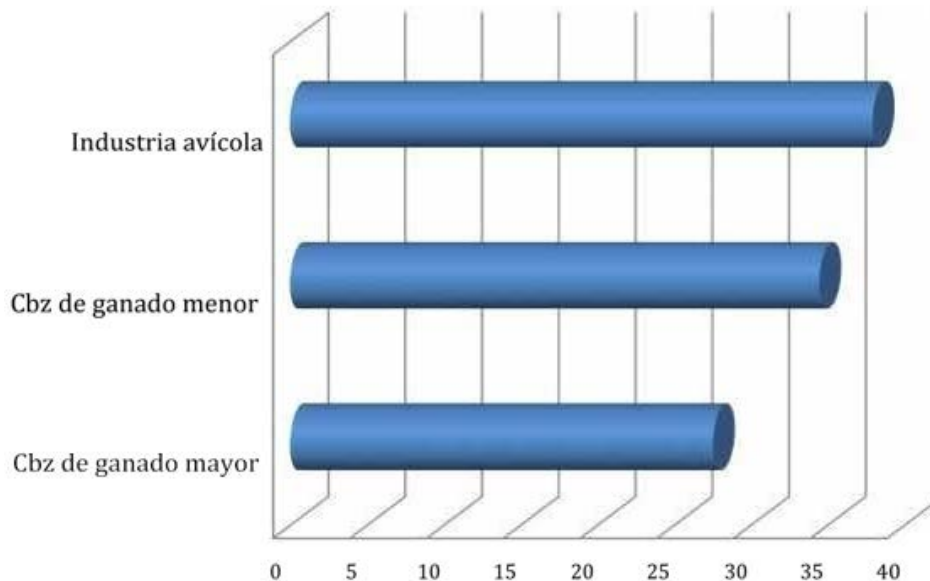
Cuadro 7. Fuentes principales de la generación de GEI, por ganadería.

FUENTES GENERADORAS DE GEI EN LAGANADERÍA	GRADO DE APORTE (Cuantiles)
Cabezas de ganado mayor	28.17
Cabezas de ganado menor	34.28
Industria avícola	37.55

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

La segunda fuente productora de GEI, es la actividad ganadera, para este trabajo agrupa el número de cabezas, sin distinción de su propósito (producción de carne o leche), lo mismo que en la industria avícola (producción de carne o huevo), solo se cuantificó el número de animales en pie. En la ZM Pachuca, la industria avícola resulta la mayor generadora de GEI, seguida del ganado menor que cuantifica al ganado porcino, caprino y ovino.

Gráfico 4. Fuentes principales de la generación de GEI, por ganadería.  
FUENTES GENERADORAS DE GEI EN LA GANADERÍA.



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

Cuadro 8. Fuentes principales de la generación de GEI, por ganadería.

FUENTES GENERADORAS DE GEI POR ÁREAS PRODUCTIVAS Y DE SERVICIOS	PROPORCIÓN (CUANTILES)
Energía eléctrica.	0.00
Industria química.	0.00
Industria del cemento y cal.	0.00
Industria del petróleo y petroquímica	0.00
Producción de bienes minerales	0.00

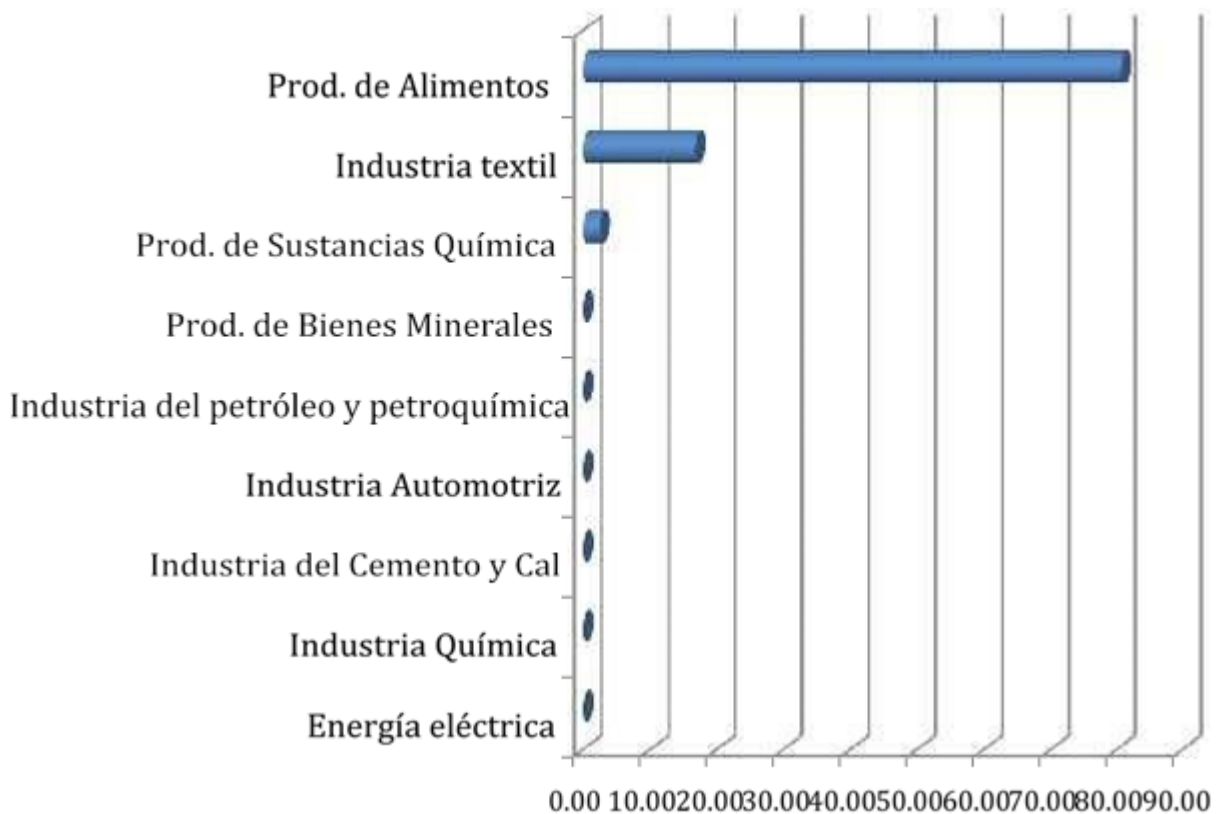
Producción de sustancias químicas	2.48
Industria textil	16.82
Producción de alimentos	80.70

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

Los GEI derivados de las actividades de la industria textil generan gases, pero su monto es inferior a los GEI producidos por la producción de alimentos. En la ZM Pachuca, la producción de alimentos se convierte en un problema que requiere atención inmediata.

Gráfico 5. Fuentes principales de la generación de GEI, por áreas productivas.

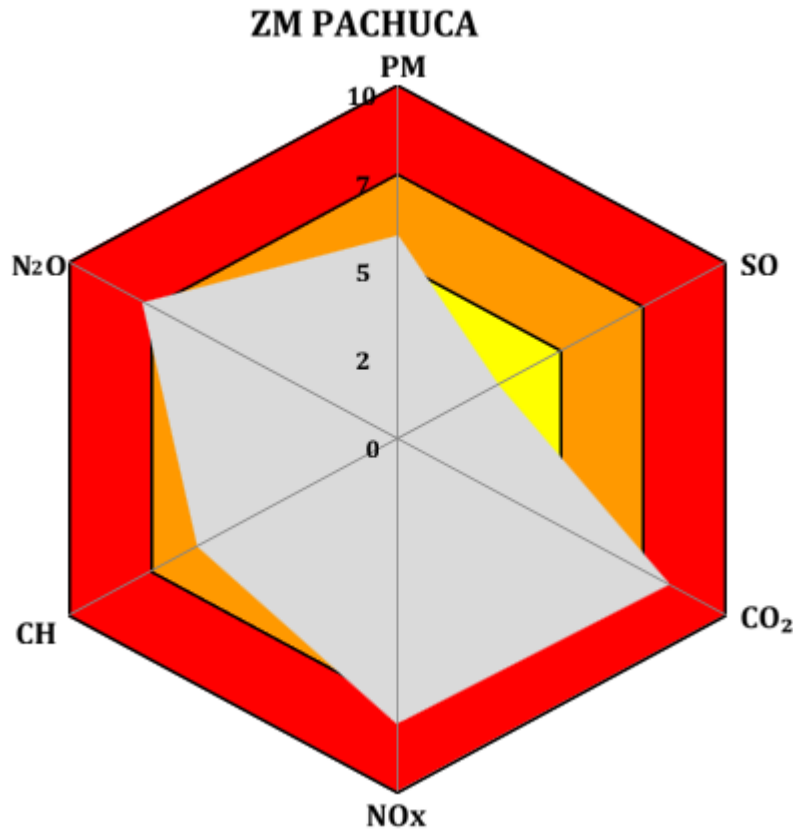
**FUENTES GENERADORAS DE GEI POR ÁREAS PRODUCTIVAS Y DE SERVICIOS.**



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

La ZM de Pachuca tiene el nivel de GEI más alto en los gases de Bióxido de Carbono, óxido de nitrógeno y óxido nitroso, todos ubicados en la escala ambiental de “muy alto impacto”, esto es producto de los vehículos automotores, la industria avícola y la producción de alimentos principalmente, tales fuentes, requieren de una intervención inmediata para que los niveles de producción no se vuelvan críticos. En este caso el diseño de un Plan de Mitigación ante el cambio climático debe estar en relación del aporte de GEI y en acciones de reduzcan sus volúmenes, según sus fuentes generadoras.

Gráfico 5. Integración de las fuentes principales de la generación de GEI, por tipo de aporte de GEI, a nivel ZM de Pachuca.



**Nota:** El color rojo representa el nivel “muy alto impacto ambiental” por la producción de GEI; el color naranja señala “alto impacto ambiental”; el color amarillo es “moderado impacto ambiental”; y el color verde es el nivel de “bajo impacto ambiental”.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2021.

En cuanto a la composición del Indicador de Riesgo Ambiental para analizar la composición de vulnerabilidad de la ZM de Pachuca y que nos facilite la creación de estrategias de adaptación, se desarrolló un modelo propio, el cual sus resultados fueron:

Cuadro 9. Incidencia de los cambios de temperatura y precipitación sobre la población en la ZM de Pachuca, para establecer niveles de vulnerabilidad.

ESTADO DE HIDALGO	Total	Hombres	Mujeres	ESCALA DE INCIDENCIA			
				PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA		
Epazoyucan	13 830	6 739	7 091	4		2A	
Mineral de la Reforma	127 404	60 921	66 483	1		2B	
Mineral del Chico	7 980	3 875	4 105	4		3	
Mineral del Monte	13 864	6 599	7 265	4		1A	
Pachuca de Soto	267 862	127 236	140 626	4		4	
San Agustín Tlaxiaca	32 057	15 597	16 460	4		3	
Tizayuca	97 461	48 102	49 359	4		3	
Zapotlán de Juárez	18 036	8 678	9 358	4		3	
Zempoala	39 143	19 069	20 074	4		3	

a/	Incluye una estimación de 20 271 personas que corresponden a 6 757 viviendas sin información de ocupantes.
b/	Edad que divide a la población en dos partes numéricamente iguales, esto es, la edad hasta la cual se acumula el 50% de la población total. Excluye a la población de edad no especificada.
c/	Expresa el número de varones por cada 100 mujeres.
Fuente:	INEGI. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. <i>Censo de Población y Vivienda 2020</i> . www.inegi.org.mx.
Elaboración propia, López S. Nov. 2015, con datos del grupo de investigación interdisciplinario UAEH.	

Para el caso de la ZM de Pachuca de Soto, y como resultado del modelo:

- Aplicando la expresión algebraica (1),

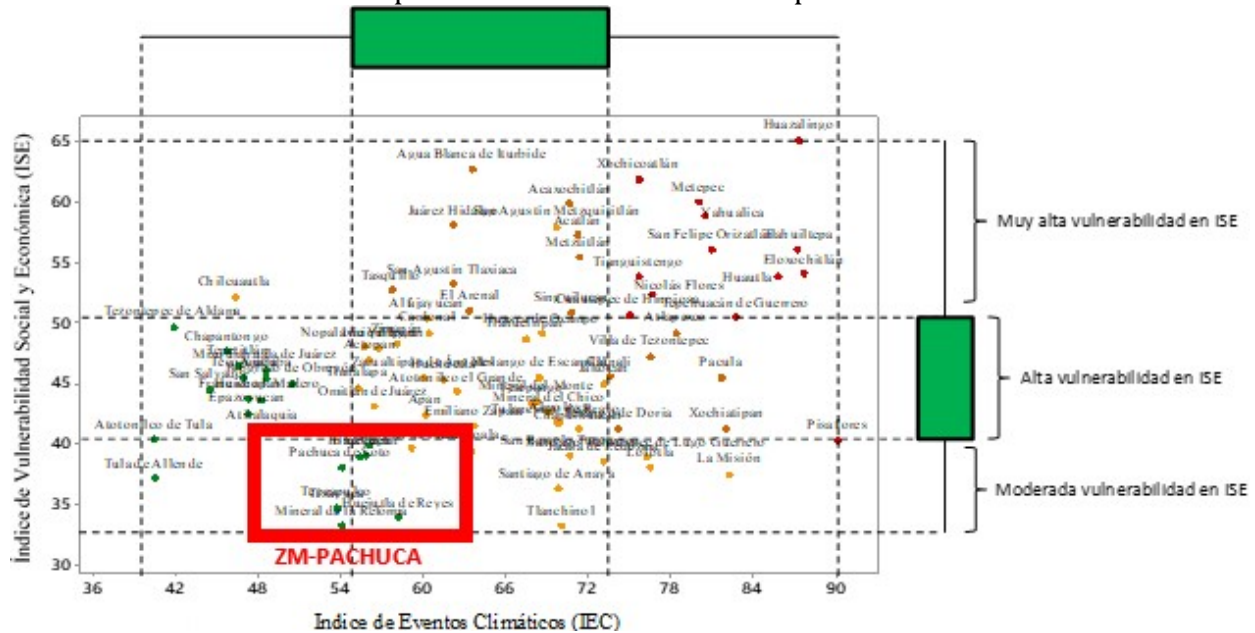
$$IRA = 3 \sqrt{(ISE)(IEC)(IVS)}; \text{ tal que } ISE = 38.15, IEC = 54.03 \text{ y } IVS = 60.13$$

Sustituyendo,

$$IRA = 3 \sqrt{(38.15)(54.03)(60.13)} = 49.86$$

La ZM de Pachuca presenta un moderado Índice de Riesgo Ambiental de 49.86 unidades, esto se debe a la baja vulnerabilidad social y económica con respecto a los eventos climáticos, es decir, con una probabilidad de 0.38 en vulnerabilidad social y económica y con una probabilidad de 0.54 en eventos climáticos, sus sectores se hacen más sensibles ante dichos eventos, por tanto, su probabilidad de riesgo ambiental es de 0.50, quedando ubicado dentro del siguiente mapa que incluye los tres Sistemas que integran el Índice de Riesgo Ambiental ante el cambio climático, el cual a su vez determina la estrategia de adaptación.

Gráfico 6. Composición de la vulnerabilidad para la ZM Pachuca.



Fuente: Elaboración propia en base de indicadores de evaluación en la etapa de especialistas, López; México 2021.



Cuadro 10. Priorización de ciudades de la ZM de Pachuca, con base a los resultados de Gobernabilidad (Dimensión 3) del Modelo de análisis de ciudades sostenibles.

	Epazoyucan	Mineral del Monte	Pachuca de Soto	Mineral de la Reforma	San Agustín Tlaxiaca	Zapotlán de Juárez	Mineral del Chico	Tizayuca	Zempoala
Gestión pública									
Modernización de sistemas de administración									
Transparencia									
Impuestos y autonomía financiera									
Gestión del gasto									
Deuda									
<b>NIVEL DE SOSTENIBILIDAD</b>									
BAJO									
MEDIO BAJO									
MEDIO ALTO									
ALTO									

Fuente: Elaboración propia en base de indicadores de evaluación en la etapa de especialistas, López; México 2021.

La composición de la gobernabilidad nos muestra niveles muy bajos. En este caso domina la Modernización de los Sistemas Administrativos, la transparencia, la autonomía financiera y la gestión del gasto. Aunque en general las administraciones municipales funcionan en forma precaria, con bajos recursos y desprofesionalizados en sus actividades. Para el caso de la ZM de Pachuca, en este periodo hay grandes diferencias en las administraciones, derivado de los orígenes partidistas.

De igual forma se han arrastrado grandes deudas y falta de actualización en sus sistemas de gestión con el ciudadano. El concepto de gobernabilidad implica diversos grados de cooperación e interacciones entre los gobernantes con los actores locales y que tienen capacidad de toma de decisiones para los asuntos públicos. En esencia la gobernabilidad se basa en cualquier forma de cooperación social, por lo cual estos indicadores hay que fortalecerlos para establecer los puntos de partida para la construcción de una administración más amplia que la municipal, para la gestión integral de la sostenibilidad en las ciudades de la ZM.

Implica que se debe asegurar mantener el orden público, fortalecer la recaudación de impuestos, la regulación de los diversos intercambios comerciales e intermunicipales y mantener la acción gubernamental dentro de la legislación y normatividad, pero todo más allá de los límites administrativos municipales. Este es el caso más complejo entre Pachuca y Mineral de la Reforma en torno a transporte, movilidad, infraestructura, servicios, agua, drenaje, residuos, seguridad, vivienda, pago de impuestos, uso de suelo y aporte de GEI. En algunos de estos temas interviene san Agustín Tlaxiaca, pero en menor medida y en desventaja frente a Pachuca.

## Conclusiones

La aplicación de los modelos presentados en esta metodología para el logro de ciudades sostenibles, posibilitarán un perfil integral de funcionamiento, características, intercambio y estructuras de sostenimiento, grandes problemas, recursos, dinámicas de poblamiento y tendencias de crecimiento de las ciudades. Los cuales a su vez deberán de señalar los elementos principales para reconfigurar el propio territorio, consolidar sus fortalezas y asegurar el futuro de vida de sus habitantes con calidad y repensar los modelos de política y representación en forma integral. Es decir, este nuevo modelo de formas de vida en las ciudades debe de plantear un cambio profundo en las formas de administrar y representar a sus ciudadanos y distribuir y planear sus recursos. Esta misma visión debe ser establecida por los estudios y trabajos de investigación de estas zonas, ya que la dinámica de la población es tan intensa que rebasa las propias zonas administrativas, estableciéndose dos planos de la realidad, una que se somete y constriñe a la gestión y administración bajo normas y reglamentos delimitados en sus propias zonas, y otra cuya dinámica es viva, cambiante, imaginativa y de gran potencial en la transformación de lo territorial. Este a su vez se convierte en un problema metodológico para su comprensión, es decir, no bastará conocer la composición de la población dentro de los márgenes de su propia administración, ya que ésta ha sido desbordada. Por lo cual se deberán de redefinir las categorías de composición demográfica dentro de sus zonas administrativas a categorías sociológicas, ambientales, de desarrollo, culturales y dentro de la categorización de nuevos territorios, y más allá de lo administrativo.

Esta propuesta de análisis para las ciudades sostenibles, es sólo un mapa temporal para orientar a futuras investigaciones para explicar esta red social y económica a fin de demostrar que el mundo de la política y administración pública debe de transformarse y estar a la par de la dinámica de la población y convertir los pequeños territorios actuales en una gran ciudad, ordenada, segura y con calidad de vida para sus habitantes.

## Referencias

- Banco Interamericano de Desarrollo.** (2013). *Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles*. ICES: <https://es.slideshare.net/gracielamariani/anexo-2-indicadores-de-la-iniciativa-ciudades-emergentes-y-sostenibles-gua-metodologica-versin-2013>. Fecha de acceso 2021.
- Banco Interamericano de Desarrollo.** (2015). *EXTENSIÓN A NUEVAS ÁREAS: Fomento de la competitividad y el desarrollo económico local en las ciudades intermedias de LAC*. Obtenido de INICIATIVA CIUDADES EMERGENTES Y SOSTENIBLES (ICES): <https://es.scribd.com/document/317720875/Anexo-Methodologia-Competitividad-Web>. Fecha de acceso 2021.
- Garrocho, C., Guillermo, A. A., Brambila, C., Graizbord, B., & Sobrino, J.** (noviembre de 2014). *Hacia una cultura de las ciudades sostenibles*. En <http://www.unfpa.org.mx/publicaciones/ciudadessostenibles.pdf>. Fecha de acceso 2021.
- Gottmann Jean.** (junio 2012). *Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard Of The United States*. Literary Licensing LLC. USA. Pp. 820.

- IMCO.** (2015). *Ciudades Competitivas y Sustentables*. [http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2015/10/2015-Ciudades\\_Competitivas-Documento.pdf](http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2015/10/2015-Ciudades_Competitivas-Documento.pdf). Fecha de acceso 2021.
- INECC.** (1990-2010). *Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero*. [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf\\_inegei\\_public\\_2010.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_public_2010.pdf). Fecha de acceso 2021.
- INECC.** (2011). *Inventario de Emisiones del estado de Hidalgo*. En: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/calairt3\\_gob\\_edo\\_hgo.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/calairt3_gob_edo_hgo.pdf). Fecha de acceso 2021.
- INECC.** (2013). *Líneas de investigación del INECC sobre sustentabilidad urbana*. [http://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo\\_urbano/eventos/docs/presentacion\\_091013\\_4.pdf](http://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_urbano/eventos/docs/presentacion_091013_4.pdf). Fecha de acceso 2021.
- López Pérez, Sócrates** (Coordinador); (2021). Elementos para la construcción de una Agenda Megalopolitana: el caso de México. Congreso del Estado Libre y Soberano de Hidalgo, LXIV Legislatura-UAEH. México. Pp. 150.
- López Pérez, Sócrates** (Coordinador); (2021). Procesos de integración de las zonas metropolitanas a la megalópolis de México. Congreso del Estado Libre y Soberano de Hidalgo, LXIV Legislatura-UAEH. México. Pp. 328.
- ONU-Habitat.** (2016) Índice de las Ciudades Prósperas en la República Mexicana. Reporte nacional de tendencias de la prosperidad urbana en México. ONU-Habitat. México. En: <https://infonavit.janium.net/janium/Documentos/58793.pdf>. Fecha de acceso 2021.
- The Economist Intelligence Unit**, MRC McLean Hazle y GlobeScan (directores). Desafíos de las Megaciudades. Una perspectiva de los líderes y expertos. (2005). Editor: Stefan Denig para Siemens AG. En: [https://tecnologiasostenibilitat.cus.upc.edu/continguts/exemples-dinsostenibilitat-social.-el-cas-de-rwanda/bibliografia/desafios%20de%20las%20megaciudades.pdf/at\\_download/file](https://tecnologiasostenibilitat.cus.upc.edu/continguts/exemples-dinsostenibilitat-social.-el-cas-de-rwanda/bibliografia/desafios%20de%20las%20megaciudades.pdf/at_download/file)

