



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
ÁREA ACADÉMICA DE SOCIOLOGÍA Y DEMOGRAFÍA**

LICENCIATURA EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO REGIONAL

**DIAGNOSTICO DEL USO DE LAS ZONAS
AGRICOLAS EN LA ZONA METROPOLITANA
DE PACHUCA
TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADA
EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO REGIONAL**

PRESENTA

Esmerada Guzmán Serrano

Director de Tesis:

Dr. Sócrates López Pérez

Pachuca, de Soto, Hgo., 11 de junio de 2025.



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades

School of Social Sciences and Humanities

Área Académica de Sociología y Demografía

Department of Sociology and Demography

OFICIO/LPYDR/151/2025

ASUNTO: Autorización de impresión de tesis.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE

Sirva este medio para saludarla, al mismo tiempo que nos permitimos comunicarle que una vez leído y analizado el proyecto terminal titulado **"Diagnostico del Uso de las Zonas Agrícolas en la Zona Metropolitana de Pachuca."**, que para optar el título de **Licenciada en Planeación y Desarrollo Regional**, que presenta la egresada **GUZMÁN SERRANO ESMERALDA**, con número de cuenta 435903; consideramos que reúne las características e incluye los elementos necesarios de un trabajo de tesis, por lo que, en nuestra calidad de sinodales designados como jurado para el examen de grado, nos permitimos manifestar nuestra aprobación a dicho trabajo.

Por lo anterior, hacemos de su conocimiento que otorgamos nuestra autorización para imprimir y empastar el trabajo de Tesis, así como continuar con los trámites correspondientes para sustentar el examen para obtener el título.

ATENTAMENTE

"Amor, Orden y Progreso"

Pachuca de Soto, Hgo., a 09 de Junio de 2025

MTRA. IVONNE JUAREZ RAMIREZ
DIRECTORA

Jurado



Dr. Sócrates López Pérez
Presidente

Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla
Secretario

Dra. Sonia Bass Zavala
Vocal

Mtra. Silvia Lizbeth Aguilar Velázquez
Sinodal suplente

Carretera Pachuca-Actopan Km. 4 s/n, Colonia
San Cayetano, Pachuca de Soto, Hidalgo, México;
C.P. 42084
Teléfono: 771 71 7 20 00 Ext. 41025
jaasd_icshu@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



2025



uaeh.edu.mx

DEDICATORIAS

A Dios, por regalarme la vida, la fortaleza y la luz necesaria para nunca rendirme.

A mi querida mamá, cuya ausencia física no ha impedido que su amor me abrace todos los días. Esta tesis es también un homenaje a su memoria y al ejemplo de lucha que me dejó.

A mi hermano Pepe que confió desde el primer día que empecé la licenciatura, a mis hermanos alentándome siempre, a mis fieles compañeros de cuatro patas, Mickey, a mis gatitos Horus, Mishi y Ágata que, con sus miradas, su cariño incondicional y su compañía silenciosa llenaron mis días de paz, alegría y consuelo. Gracias por estar ahí en cada desvelo, en cada pausa, en cada abrazo peludo que me devolvía la calma.

A mis docentes, por su valiosa contribución en la construcción de mi pensamiento crítico, su compromiso con la excelencia académica y su dedicación en la formación de profesionales íntegros. Su guía y enseñanzas han sido fundamentales en mi crecimiento académico y en la culminación de este importante proceso formativo.

A mis amigos, que se volvieron hogar, refugio y familia. Gracias por cada palabra, cada abrazo, cada silencio compartido y cada risa que me ayudó a continuar.

A mi pareja, mi apoyo inquebrantable. Gracias por sostenerme con tu presencia, por las veces que me escuchaste, me animaste o simplemente estuviste.

A todos los que caminaron conmigo, incluso sin saberlo. A quienes me ofrecieron un gesto, una palabra o un silencio que hizo la diferencia, con cariño y profunda gratitud.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

PRESENTACIÓN.....	13
Capítulo 1	14
Mapa 1. Zona Metropolitana de Pachuca	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Base Teórica.....	16
1.3 Planteamiento del Problema.....	18
1.3 Justificación	19
1.4 Objetivos Generales	22
1.4.1 Objetivos Específicos	22
Capítulo 2	23
Sistema Jurídico	23
Tabla 1. Sistema Federal:.....	23
Tabla 2. Sistema Estatal:.....	29
Sistema Institucional.....	32
Tabla 3. Coordinación y Concertación Administrativa	32
Tabla 4. Alienación de Programas.....	33
Capítulo 3	37
3.1 Diagnostico	37
3.2 Infraestructura.....	37
3.3 Caracterización del Medio Físico Natural	38
3.4 Caracterización Social Demográfico	40
Tabla 5.- Población:.....	40
Tabla 6.- Características Educativas	42
Tabla 7.- Disponibilidad de servicios y equipamiento	43
3.5 Tipo de deforestación	44
Tabla 8. Tipo de deforestación	44
3.5 Análisis de tiraderos de residuos sólidos y su área de impacto.....	44
Tabla 9. Análisis de tiraderos de residuos sólidos y su área de impacto.....	45

Generación de RSU por municipio	45
Tabla 10. Generación de RSU por municipio	45
3.6 Contaminación de suelos	46
Tabla 11. Concentración de principales Contaminantes presentes en suelos...	46
3.6.1 Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	46
Tabla 12. Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	47
3.7 Vulnerabilidad al cambio climático	48
3.7.1 Áreas afectadas por incendios forestales	48
Tabla 13. Incendios forestales por municipio periodo 2014-2020.....	48
Tabla 14. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola	49
Tabla 15. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola	50
3.8 Caracterización del Proceso económico.....	50
3.8.1 Principal Actividad (Zonas Rurales).....	50
Tabla 16. Principal actividad Económica	52
Tabla 17. Tipo de Agricultura.....	53
3.9 Actividad Forestal	54
Tabla 18. Tipo de Productor	54
3.10 Identificación de los conflictos ambientales:	55
Tabla 19. Identificación de los conflictos ambientales:	55
3.10.1 Desarrollo urbano vs agricultura:	56
3.10.2 Industria vs agricultura:.....	56
3.11 Aptitud del Suelo.....	57
Tenencia de la tierra	57
Tabla 20. Tenencia de Tierra.....	58
Capítulo 4	59
4.1 Inventario Municipal de Emisiones de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (IMECYGEI) y su Impacto en la Agricultura.	59
4.1.1 DIÓXIDO DE CARBONO CO ₂	59
4.1.1.1 Energía	59
Tabla 21. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 202360	

Tabla 22. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	61
Tabla 23. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	63
Tabla 24. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	64
4.1.2 Procesos industriales y usos de productos	66
Tabla 25. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	66
Tabla 26. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	68
Tabla 27. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	69
4.1.3 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	70
Tabla 28. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	71
Tabla 29. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Tierra (hectáreas) con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	72
4.1.4 Residuos	74
Tabla 30. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	75
4.2 METANO CH ₄	75
4.2.1 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	75
Tabla 31. Total de emisiones de IMCyGEI (CH ₄) en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	76
4.2.2 Residuos	77
Tabla 1. Total de emisiones de IMCyGEI (CH ₄) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	77
4.3 ÓXIDO NITROSO N ₂ O	78
4.3.1 Residuos	78
Tabla 2. Total de emisiones de IMCyGEI (N ₂ O) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	78

4.4 RESUMEN DE LOS RESULTADOS.....	79
Tabla 34. Total de toneladas anuales de emisiones de CyGEI por categoría del municipio de Pachuca de Soto	79
Tabla 3. Total de toneladas de CO ₂ eq por categoría del municipio de Pachuca de Soto	80
Gráfico 1. Distribución porcentual de toneladas anuales de emisiones CO ₂ eq por categoría del municipio de Pachuca de Soto	81
4.5 Resumen por categoría y fuentes	81
4.5.1 Energía	81
Gráfico 2. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO ₂ (toneladas) por la fuente de Actividades de quema de combustible, Pachuca de Soto 2023	81
4.5.2 Procesos industriales y usos de productos.....	82
Gráfico 3. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO ₂ (toneladas) por la categoría de Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente, Pachuca de Soto 2023	82
4.5.3 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	83
Gráfico 4. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO ₂ (toneladas) por la subfuente usos de la tierra, Pachuca de Soto 2023	83
Gráfico 5. Distribución porcentual de las absorciones anuales de CO ₂ (toneladas) por la subfuente de usos de la tierra, Pachuca de Soto 2023	84
4.5.6 Residuos.....	84
Gráfico 6. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CH ₄ (toneladas) por la categoría de residuos, Pachuca de Soto 2023	85
Gráfico 7. Distribución porcentual de las emisiones anuales de N ₂ O (toneladas) por la categoría de residuos, Pachuca de Soto 2023	85
4.6 Programa de Mitigación y Adaptación del Municipio de Pachuca de Soto	86
4.7 INVENTARIO DE CyGEI	86
4.8 ÁREAS DE VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO	88
Figura 1. Ejes de acción climática del municipio de Pachuca de Soto	91
4.9 Proyecciones de emisiones	92
Tabla 36. Comparativo de la línea base de emisiones, sin acciones de intervención, para análisis de escenarios del PMCC de Pachuca de Soto, 2023-2043	93
Gráfico 8. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones totales por toneladas de CO ₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043	94

Gráfico 9. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Energía y Agricultura por toneladas de CO ₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043	95
Gráfico 10. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Procesos industriales y Residuos por toneladas de CO ₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043	95
CONCLUSIONES	96
1. Diagnostico general de la Zona Metropolitana de Pachuca:	96
1.1 . Problemas actuales:.....	96
1.1.1. Poca superficie agrícola activa:.....	96
1.1.2. Presión urbana sobre suelos agrícolas.	96
1.1.3. Contaminación del agua y del aire (zona metropolitana).....	96
1.1.4 Baja rentabilidad de las prácticas agrícolas actuales.	97
1.1.5. Escasez de agua para riego	97
1.1.6 Falta de planificación y políticas públicas integradas	97
2. Objetivo General	98
3. Ejes del Plan de Intervención	99
3.1. Enmienda para corregir la acidez del suelo.	99
3.2 Selección de Productos Agrícolas Sostenibles.....	99
3.3. Manejo Sustentable del Agua	100
3.3.1. Aguas Residuales Tratadas.....	100
3.3.2. Captación de Agua de Lluvia	100
3.4. Armonización con el Plan de Ordenamiento Ecológico Local (POEL).....	100
3.4.1. Lineamientos clave del POEL de Pachuca:	100
3.4.2. Estrategias de alineación:.....	100
3.5. Educación y Capacitación.....	101
3.6. Comercialización y Valor Agregado.....	101
4. Cronograma General (3 años).....	101
5. Indicadores de Éxito	101
BIBLIOGRAFÍA	102

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido

Tabla 1. Sistema Federal:.....	23
Tabla 2. Sistema Estatal:.....	29
Tabla 3. Coordinación y Concertación Administrativa	32
Tabla 4. Alienación de Programas.....	33
Tabla 5.- Población:.....	40
Tabla 6.- Características Educativas	42
Tabla 7.- Disponibilidad de servicios y equipamiento	43
Tabla 8. Tipo de deforestación	44
Tabla 9. Análisis de tiraderos de residuos sólidos y su área de impacto.....	45
Tabla 10. Generación de RSU por municipio	45
Tabla 11. Concentración de principales Contaminantes presentes en suelos...	46
Tabla 12. Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	47
Tabla 13. Incendios forestales por municipio periodo 2014-2020.....	48
Tabla 14. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola	49
Tabla 15. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola	50
Tabla 16. Principal actividad Económica	52
Tabla 17. Tipo de Agricultura.....	53
Tabla 18. Tipo de Productor	54
Tabla 19. Identificación de los conflictos ambientales:	55
Tabla 20. Tenencia de Tierra.....	58
Tabla 21. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	60

Tabla 22. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	61
Tabla 23. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	63
Tabla 24. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	64
Tabla 25. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	66
Tabla 26. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	68
Tabla 27. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	69
Tabla 28. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	71
Tabla 29. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Tierra (hectáreas) con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	72
Tabla 30. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	75
Tabla 31. Total de emisiones de IMCyGEI (CH ₄) en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	76
Tabla 32. Total de emisiones de IMCyGEI (CH ₄) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	77
Tabla 33. Total de emisiones de IMCyGEI (N ₂ O) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023	78

Tabla 34. Total de toneladas anuales de emisiones de CyGEI por categoría del municipio de Pachuca de Soto	79
Tabla 35. Total de toneladas de CO ₂ eq por categoría del municipio de Pachuca de Soto	80
Tabla 36. Comparativo de la línea base de emisiones, sin acciones de intervención, para análisis de escenarios del PMCC de Pachuca de Soto, 2023-2043	93

ÍNDICE DE GRAFICOS

Contenido

Mapa 1. Zona Metropolitana de Pachuca	14
Gráfico 1. Distribución porcentual de toneladas anuales de emisiones CO ₂ eq por categoría del municipio de Pachuca de Soto	81
Gráfico 2. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO ₂ (toneladas) por la fuente de Actividades de quema de combustible, Pachuca de Soto 2023	81
Gráfico 3. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO ₂ (toneladas) por la categoría de Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente, Pachuca de Soto 2023	82
Gráfico 4. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO ₂ (toneladas) por la subfuente usos de la tierra, Pachuca de Soto 2023	83
Gráfico 5. Distribución porcentual de las absorciones anuales de CO ₂ (toneladas) por la subfuente de usos de la tierra, Pachuca de Soto 2023	84
Gráfico 6. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CH ₄ (toneladas) por la categoría de residuos, Pachuca de Soto 2023	85
Gráfico 7. Distribución porcentual de las emisiones anuales de N ₂ O (toneladas) por la categoría de residuos, Pachuca de Soto 2023	85

Figura 1. Ejes de acción climática del municipio de Pachuca de Soto	91
Gráfico 8. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones totales por toneladas de CO ₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043	94
Gráfico 9. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Energía y Agricultura por toneladas de CO ₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043	95
Gráfico 10. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Procesos industriales y Residuos por toneladas de CO ₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043	95

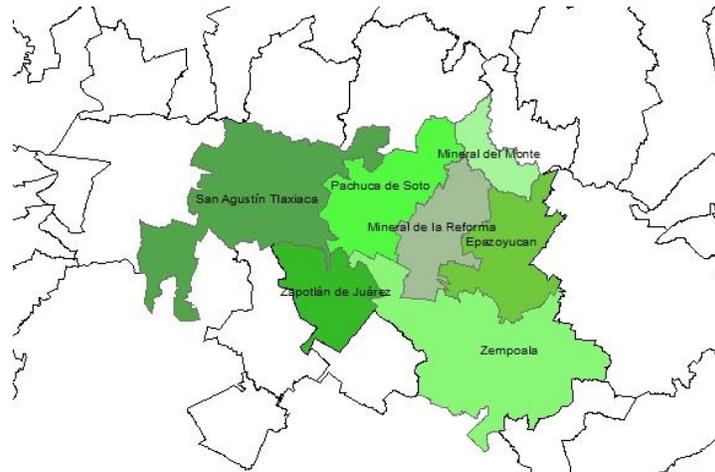
PRESENTACIÓN

La agricultura es la base de supervivencia y prosperidad, las tierras de cultivo han nutrido comunidades, brindando alimentos y recursos esenciales ante desafíos como el cambio climático, el crecimiento demográfico y la degradación ambiental, la necesidad de maximizar la eficiencia y la sostenibilidad de las tierras agrícolas es más importante que nunca.

En este contexto, el objetivo de este proyecto que trasciende los límites tradicionales de la agricultura como lo es el diagnóstico del uso en las zonas agrícolas de la zona metropolitana de Pachuca, donde cada zona agrícola dentro de cada municipio, se realiza un análisis donde cada hectárea de tierra es única en términos de suelo, topografía y recursos hídricos, cada uno de estos factores afecta la viabilidad de los cultivos, la eficiencia del riego y la fertilización, y la capacidad de la tierra para resistir los efectos dañinos del cambio climático, este proyecto es más que un simple análisis de tierras; es un camino hacia una comprensión profunda y una optimización consciente de estas áreas de cultivo que aún persisten dentro de la zona metropolitana.

Capítulo 1

Mapa 1. Zona Metropolitana de Pachuca



Elaboración Propia

1.1 Antecedentes

En la entidad el 48% de población es rural, de los cuales son representan el 24% de la población ocupada (921,084 personas) (INEGI 2015) haciendo prioritaria la población rural dentro de la economía estatal y en el conjunto de estrategias de desarrollo implementadas en el sector agropecuario. En los últimos años (2016-a la fecha), el Estado de Hidalgo se ha posicionado de forma constante en cuanto a su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario nacional con un promedio del 1.6%, partiendo de un comportamiento dinámico en su economía que lo ha ubicado dentro de las 17 entidades con mayor crecimiento con una tasa promedio de 3.4% con respecto al 2.8 del promedio nacional.

Dentro de las actividades primarias, la superficie agrícola sembrada en el año 2017 fue de 576 907 ha. de estas el (25.4 %) de riego y temporal el (74.6 %)

La agricultura en el Estado de Hidalgo depende en gran medida del agua de lluvia, con el 75% de la tierra cultivable; El 25% restante corresponde al método de riego.

La proporción de la producción aportada por las actividades agrícolas corresponde

al 49% del riego y al 51% de la agricultura de secano, de ahí la importancia de los métodos de riego.

Los principales cultivos cíclicos que se establecen bajo condiciones de temporada: maíz grano, cebada grano frijol y avena forrajera; destacan los siguientes cultivos perennes de temporal: pastos, café cereza, nopal-tuna, naranja, maguey pulquero, manzana y durazno.

Los principales riesgos de la agricultura de lluvia son las heladas tempranas y las sequías, que pueden provocar una pérdida del 30 al 35% de la superficie cultivada; mientras que los principales factores que afectan la producción de riego son la disponibilidad de agua y las enfermedades.

Bajo condiciones de riego, sobresalen los siguientes cultivos anuales: maíz grano, frijol, avena forrajera y trigo grano; y en los cultivos perennes destacan: alfalfa, pastos, nuez y durazno. (*Agenda Técnica de Hidalgo, 2017*)

Aproximadamente un 62% (2 054. 01 km²) de los terrenos de esta región se dedican a las actividades agrícolas, las cuales se llevan a cabo principalmente en las zonas planas (llanuras, valles y mesetas) y en las porciones menos abruptas de los lomeríos y sierras. Los rendimientos que se obtienen van de regulares a bajos, ya que la mayor parte del área (2 031.44 km²) está sujeta al temporal, pues sólo 22.57 km², que representan el 0.68% de la subprovincia, cuentan con agua para riego. El empleo de fertilizantes está condicionado a la cantidad de lluvia y su distribución, ya que su aplicación es redituable cuando la precipitación sobrepasa a los 600 mm anuales y ésta se reparte de manera uniforme a lo largo del año. Estos factores determinan una producción regular la mayoría de los años, pues se obtienen de 800 a 1 500 kg/ha de cebada, cultivo que ocupa mayor extensión; de 1 500 a 2 800 kg/ha de maíz, de 600 a 1 000 kg/ha de haba y de 300 a 500 kg/ha de frijol; además de maguey y arvejón, cuyos rendimientos no se reportan. Estos cultivos se comercializan a nivel regional.

La otra variante temporal se desarrolla sobre suelos de mediana profundidad a profundos, en pendientes menores del 6% y con obstrucción leve, con excepción de algunas zonas donde la pedregosidad cubre un 35%. A pesar de esto, los rendimientos son bajos, pues la lluvia es escasa y alcanza apenas de los 300 a

450 mm anuales. Estas áreas se localizan al sur de Pachuca, en los alrededores de Zempoala, en Villa Tezontepec, en Tizayuca y al sur de Tolcayuca, entre otras. Las labores agrícolas se realizan con maquinaria en las zonas planas; donde hay pendientes y pedregosidad se llevan a cabo mediante tracción animal. El uso de fertilizantes es muy restringido, lo mismo que el de insecticidas, estos últimos se aplican sólo cuando los cultivos tienen un buen desarrollo, para asegurar que la inversión sea redituable. Aquí se cultivan nopal y girasol (800 kg/ha); además de maíz, con rendimientos de 500 a 1 000 kg/ha; cebada, con 800 kg/ha; haba, con 400 kg/ha; maguey y frijol. (Síntesis geográfica del estado de Hidalgo, INEGI). El uso de fertilizantes químicos fue la tecnología más empleada por las unidades de producción, el 67.4 % la utilizaron, semilla criolla 61.8%, Uso de coa o azadón 60.2%, Herbicidas químicos 59.0 %, Insecticidas químicos 45.7 %. (Encuesta Nacional Agropecuaria 2019)

1.2 Base Teórica

Ecología Política: La ecología política estudia cómo las ganancias y beneficios derivados del uso de la naturaleza se distribuyen de manera desigual en la sociedad, y cómo se pueden llevar a cabo políticas orientadas a favorecer una distribución más justa. Para hacerlo se utilizan una gran variedad de metodologías tanto cuantitativas como cualitativas procedentes de diferentes escuelas de trabajo, algunos ejemplos son los flujos de materiales y energía, el análisis institucional, las encuestas o la historiografía.

Esta Ecología Política busca criticar y caracterizar los fundamentos de la injusticia ambiental y la sobreexplotación de los recursos, su discusión parte de la idea de que el cambio ambiental está íntimamente correlacionado con procesos sociales y políticos a diversas escalas.

Concepto de Ecurbanismo: Es el conjunto de decisiones y actuaciones de planificación, desarrollo, construcción y adecuación de las ciudades, orientadas hacia el desarrollo sostenible, para minimizar los impactos ambientales donde la relación de los ambientes naturales y construidos es equilibrada y sus

infraestructuras utilizan sus recursos de manera segura y eficiente.
(*Ecourbanismo, s. f.*)

El programa sectorial de desarrollo agropecuario sustentable 2011-2016 plantea plasmar las políticas públicas, objetivos, estrategias, programas y proyectos que cambien las condiciones de vida de los trabajadores y productores del campo con enfoque de transparencia que hagan de la agricultura en la entidad, un sector competitivo, productivo y sustentable.

La propuesta contiene un plan de desarrollo integral que incluye diversas unidades estatales a nivel regional y municipal, y tiene como principal objetivo beneficiar a los productores, el programa incluye una estructura de funcionamiento en cuatro rubros: el modelo para la estrategia de concurrencia operativa y de recursos; el proceso de desconcentración de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, el esquema de beneficios para el campo y la agenda de innovación y modernización tecnológica y administrativa.

El modelo para la estrategia de concurrencia operativa pretende conformar un programa especial basado en la efectiva coordinación de proyectos programados para ser ejecutados y orientados al desarrollo rural sustentable.

Para alcanzar mayor productividad y competitividad en el sector primario de la economía hidalguense, se han clasificado las estrategias y líneas de acción:

- Promover un programa rector para cada sistema - producto estratégico.
- Diseñar e implementar un programa de fortalecimiento de capacidades, que permita la certificación y aprovechamiento de la asistencia técnico organizacional por sistema-producto.
- Diseñar proyectos integrales de cadenas y redes de valor con participación multidisciplinaria e interinstitucional.
- Gestionar el incremento en la aplicación de recursos para la producción, comercialización, transformación, investigación y transferencia de tecnología en el campo.
- Incentivar los sistemas de tratamiento de aguas para uso agrícola.

- Incentivar el uso de sistemas de riego más eficientes coadyuvando al óptimo aprovechamiento del recurso hídrico.
- Promover la rehabilitación y modernización de la infraestructura hidroagrícola.
- Impulsar acciones para darle a los productos y a la agroindustria un valor agregado, alcanzar una mayor producción y buscar nuevos nichos de oportunidad

1.3 Planteamiento del Problema

La zona metropolitana de Pachuca de Soto es un área metropolitana localizada en el estado de Hidalgo en México. Está integrada por los municipios de Pachuca de Soto, Mineral del Monte, Mineral de la Reforma, San Agustín Tlaxiaca, Epazoyucan, Zapotlán de Juárez y Zempoala.

En lo siguiente se mostrarán solo las principales Problemáticas a investigar sobre la Zona metropolitana de Pachuca En la zona Metropolitana de Pachuca se encuentran diferentes problemáticas como lo son:

- Expansión Urbana Poblacional en Zonas Rurales
- Inadecuada promoción del desarrollo rural, movilidad bajo desarrollo en la zona
- Inadecuado uso y rehabilitación de las zonas Agrícolas
- Degradación de suelo

Los ecosistemas dependen de la calidad en la que se encuentran, ya que los recursos naturales se ven afectados directamente por el mal manejo y la presión que se ejerce sobre ellos y el aumento del Urbanismo. Al tener mala calidad y rehabilitación sobre las zonas agrícolas en las que se reduce su uso y con ello se está poniendo en riesgo la calidad de vida t la economía de los habitantes

1.3 Justificación

En base Al Rubro anterior sobre las Principales Problemáticas, este apartado tiene como objetivo la justificación de las problemáticas encontrada dentro de La Zona Metropolitana, como así también la justificación sobre la investigación del artículo.

Los municipios centrales han concentrado la población urbana. Pachuca de Soto, al no contar con mayor espacio para urbanizar, ha desbordado su crecimiento hacia otros espacios contiguos, como el municipio de Mineral de la Reforma, impactando en las localidades rurales cercanas e incrementando las urbanas para usar de zona habitación los nuevos asentamientos sobre la frontera municipal. Por otro lado, mientras algunas localidades rurales desaparecieron en 2010, otras emergieron duplicándose en tan sólo 20 años. Por su parte, en Mineral del Monte y San Agustín Tlaxiaca, su número de localidades rurales sigue siendo mayor con respecto a las urbanas. Finalmente, en Zapotlán de Juárez y Zempoala, la distancia geográfica con el centro de la Zona Metropolitana ha generado un aumento de localidades urbanas y mayor desarrollo de infraestructura de conectividad intermunicipal dentro de la ZMP. (Quivera. 2019)

De acuerdo con el Informe del Medio Ambiente en México 2015, el estado de Hidalgo tiene una capacidad municipal de recolección de los residuos sólidos urbanos de 89.3%, siendo unos de los menores porcentajes a nivel nacional. Por otra parte, en Hidalgo solamente 43% de los residuos sólidos se depositan en rellenos sanitarios. Las localidades rurales en la zona central del estado y el norte, son los lugares donde más sitios no controlados existen. Hidalgo con Desarrollo Sostenible Los municipios con mayor generación de residuos sólidos corresponden a los más urbanizados del estado, ubicados en la franja sur. En cuanto a la participación en el total de residuos sólidos generados, los municipios con mayor representación son: Pachuca de Soto con 24.6%.

El crecimiento de las localidades rurales y urbanas en el periodo 1990-2010 ha sido una constante en el proceso de metropolización de la ciudad de Pachuca de Soto, debido a que presenta cambios en la dinámica y en la estructura de la población de las localidades (Tovar, 2011). Algunos municipios han incrementado

hasta un 84% la cantidad de localidades, como Mineral de la Reforma, pues, al no existir más espacio físico urbanizable en Pachuca, ha conllevado un aumento muy sustancial en el municipio contiguo para el año 2010. Por su parte, Zapotlán de Juárez también ha implicado un cambio importante en sus localidades en 1990, pues sólo tenía dos localidades y para 2010 se incrementó notablemente hasta llegar a tener seis veces más. (Quivera., 2019)

Los cambios en la forma de apropiación del suelo a través del tiempo han tenido repercusiones en el territorio como la presión y la especulación económica inmobiliaria a través del aumento del costo del suelo urbano, cinturones de desigualdad social del costo y tenencia de la tierra (Pérez, 2018)

El municipio de Epazoyucan cuenta con una superficie total de 139.79 km²; el uso de suelo predominante es apropiado para la agricultura de temporal con el 70% de la superficie total de 1997 a 2016. Aunque el área urbana creció sólo un 2.16 km², representa el 5% del territorio municipal en el mismo periodo. Mineral del Monte tiene una superficie de 53.05 km², de los cuales, 73.5% ha mantenido una vocación natural de distintos tipos de bosque, por lo que su área urbana equivale al 9.2% de su superficie total.

Para el municipio de Mineral de la Reforma, la superficie total fue de 113.19 km²; en 1997; cabe señalar que el uso predominante está destinado para agricultura de temporal en un 85% de la superficie; en 2005 disminuyó un 11% y en 2016 fue de 38%. La disminución territorial de este tipo de uso de suelo se ha convertido en áreas de urbanización que han crecido de manera intensiva en dos décadas: 0.2% en 1997 y en 2016 alcanzó el 33 %de la superficie municipal. En Pachuca la superficie total corresponde a 152.96 km² y presentó un tipo de uso de suelo con vocación de agricultura de temporal y pastizal inducido con el 64% de su superficie en 1997; para los siguientes años, disminuyó al 60% de la superficie, la cual fue transformándose en uso de suelo urbano y el crecimiento de la mancha urbana alcanzó el 47% de la superficie total municipal en 2016.

En el municipio de San Agustín Tlaxiaca, la superficie total es de 295.19 km²; el uso de suelo predominante para agricultura de temporal en 1997 representó el

68%; aunque en 2016 esta superficie disminuyó un 20%, ha sido transformada en uso de suelo urbanizado; por lo que en 2016 representó el 6.2% de la superficie municipal total. En el municipio de Zapotlán de Juárez, la superficie total fue de 128.09 km²; en 1997, la superficie destinada a la agricultura de temporal representó el 90%, y para 2016 ésta disminuyó un 23%, y se urbanizó sólo el 11% y el resto se utilizó para cambiar su vocación natural a pastizal inducido.

Por último, en Zempoala, la superficie total es de 317.64 km²; el 81.5% se destinó a la agricultura de temporal y, en 2016, sólo presentaba un 7.2% menos, de los cuales la superficie con uso de suelo urbano es cerca del 4.5% del total de la superficie municipal (CONAPO E INEGI 2016) la pobreza en muchas áreas rurales son el resultado del funcionamiento ineficaz de las estructuras sociales y productivas del sector; Por ello, es necesario contar con políticas que logren un desarrollo rural integrado, con una visión común a los tres órdenes de gobierno y una participación significativa de los actores sociales, reconociendo las disparidades económicas y sus antecedentes sociales, económicos y culturales dentro de La Zona Metropolitana de Pachuca.

Es importante señalar la importancia del uso sostenible de los recursos naturales y prevenir impactos negativos sobre la biodiversidad, que no deben además de la política de desarrollo agrícola y rural. Una de las principales funciones de la agricultura es la producción de alimentos y otros bienes esenciales, requieren un entorno propicio y políticas que aseguren la estabilidad y la equidad social, cultural, política y económica.

Se propone crear un instrumento de política para regular y proteger el uso del suelo y sus actividades productivas, así como la conservación de las áreas agrícolas, con el fin de proteger el medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a causa de este desarrollo.

1.4 Objetivos Generales

- Compilar la Participación de los Municipios que lo integran en materia de preservación, conservación de las Zonas Agrícolas.
- Efectuar el nivel del desarrollo económico y social sostenible en las comunidades rurales, con una visión compartida entre las organizaciones públicas y privadas y los productores rurales.
- Definir las medidas de control ecológico para las Zonas Agrícolas.

1.4.1 Objetivos Específicos

- Reconstruir el aumento de la producción, la productividad y la rentabilidad del cultivo mejorando la construcción para lograr un mayor valor agregado a la producción y comercialización de las Zonas Agrícolas. Objetivos específicos:
- Reconstrucción del uso y rehabilitación sobre las zonas agrícolas de la Zona Metropolitana, y el aprovechamiento racional de sus elementos naturales, de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- Examinar la Regulación sobre la responsabilidad por daños al ambiente y establecer los mecanismos adecuados para garantizar la incorporación de los costos ambientales en los procesos productivos

La comercialización es la actividad en la que menos dominan los productores rurales entre los productores locales el proceso de producción; Por lo tanto, es necesario informar a los fabricantes y la técnica de tratar con la ganancia resultante del valor agregado de una mercancía, ya que la comercialización actual requiere de grandes recursos y/o grandes volúmenes de producción para llegar al nivel de mercado en el que se obtiene dicha ganancia.

Capítulo 2

Sistema Jurídico

Tabla 1. Sistema Federal:

Ley	Objeto	Artículos	Sustento	Actores	Encomienda
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.	25, 26, 27, 115, 122, 124	Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional. La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación. Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y	Congreso de la unión. Poder legislativo, Ejecutivo y judicial. Gobierno federal, Estatal y municipal.	Toda resolución del Congreso tendrá el carácter de ley o decreto. El Supremo Poder de la Federación se divide para su ejercicio en Legislativo, Ejecutivo y Judicial. El derecho de iniciar leyes o decretos compete: al presidente de la República. A los Diputados y Senadores al Congreso de la Unión. A las Legislaturas de los Estados y de la Ciudad de México. A los ciudadanos en un número equivalente.

			administrativa, el municipio libre.		
Ley General de Desarrollo Social	Garantizar el pleno ejercicio de los derechos sociales consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, asegurando el acceso de toda la población al desarrollo social	1, 3, 4, 11, 24, 29, 36	Propiciar las condiciones que aseguren el disfrute de los derechos sociales, individuales o colectivos, garantizando el acceso a los programas de desarrollo social y la igualdad de oportunidades, así como la superación de la discriminación y la exclusión social.	Ejecutivo Federal Sistema Nacional	La aplicación de la presente Ley por conducto de sus dependencias y organismos. Integrar la participación de los sectores público, social y privado en el cumplimiento de los objetivos, estrategias y prioridades de la Política Nacional de Desarrollo Social. La Secretaría diseñará y ejecutará las políticas generales de desarrollo social.

<p>Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental</p>	<p>Establecer los principios, bases generales y procedimientos para garantizar el derecho de acceso a la información en posesión de cualquier autoridad, entidad, órgano y organismo de los poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, órganos autónomos, partidos políticos, fideicomisos y fondos públicos, así como de cualquier persona física, moral o sindicato que reciba y ejerza recursos públicos o realice actos de autoridad de la Federación, las Entidades Federativas y los municipios.</p>	<p>1, 2, 4, 23</p>	<p>Son sujetos obligados a transparentar y permitir el acceso a su información y proteger los datos personales que obren en su poder: cualquier autoridad, entidad, órgano y organismo de los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial, órganos autónomos, partidos políticos, fideicomisos y fondos públicos, así como cualquier persona física, moral o sindicato que reciba y ejerza recursos públicos o realice actos de autoridad en los ámbitos federal, de las Entidades Federativas y municipal.</p>	<p>Sistema Nacional Consejo Nacional Organismos garantes Comité de Transparencia</p>	<p>Integración, organización y función del Sistema Nacional de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales, así como establecer las bases de coordinación entre sus integrantes. Formular propuestas de acuerdos o reglamentos internos que permitan el mejor funcionamiento del Sistema Nacional. Garantizar, en el ámbito de su competencia, el ejercicio de los derechos de acceso a la información y la protección de datos personales Instituir, coordinar y supervisar, en términos de las disposiciones aplicables, las acciones.</p>
---	--	--------------------	---	---	--

Ley de Planeación	Mediante la planeación se fijarán objetivos, metas, estrategias y prioridades, así como criterios basados en estudios de factibilidad cultural; se asignarán recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinarán acciones y se evaluarán resultados.	2 , 12 , 20	La planeación el desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible del país, con perspectiva de interculturalidad y de género, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales, ambientales y económicos	Ejecutivo Federal Sistema Nacional de Planeación Democrática	Coordine las actividades de planeación de la Administración Pública Federal Elaborar y someter a consideración, el proyecto de Plan Nacional de Desarrollo, tomando en cuenta las propuestas de las dependencias y entidades.

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	Transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todos y todas.	Eje 3T. Territorio y Desarrollo Sostenible	Enumera las soluciones en una proyección sexenal. Tiene como sus líneas principales distintos ejes.	CPEUM Ley de planeación Ejecutivo Federal	Planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo
Ley general de desarrollo forestal sustentable	Regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal.	2	Impulsar el manejo forestal sustentable, bajo un enfoque eco sistémico y de manejo integrado del territorio rural, con capacidad productiva permanente de los ecosistemas y recursos,	CONAFOR La Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones.	Elaborar, coordinar y aplicar los programas a que se refiere esta Ley en materia forestal, en los ámbitos nacional y regional
Ley de Asociaciones Agrícolas	Promover la creación, en cada uno de los lugares donde funcionen asociaciones, de almacenes, molinos, plantas refrigeradoras, de empaque, etc., para industrializar o conservar los productos agrícolas y presentarlos al consumidor en las mejores	2,3, 4, 8,9, 11	Promover en general al desarrollo de las actividades agrícolas de la Nación, así como a la protección de los intereses económicos de sus agremiados	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	Promover el desarrollo productivo, incluyente y sustentable del sector agropecuario, acuícola y pesquero, que contribuya a la autosuficiencia alimentaria nacional y el bienestar de la población de los territorios rurales mediante políticas

	condiciones.				públicas y acciones estratégicas en el campo mexicano.
Ley de Desarrollo Rural Sustentable	Implementación de políticas públicas que en realidad brinden un mayor grado de certidumbre general y con ello se beneficien en el mejoramiento de la vida rural.	12 a 18 19 a 22	La planeación del desarrollo rural sustentable coordinará y dará congruencia a las acciones y programas institucionales de desarrollo rural sustentable a cargo de los distintos órdenes de gobierno y de las dependencias y entidades del sector	SAGARPA SEMARNATH SEDESOL SRA	Atender, difundir, coordinar y dar el seguimiento correspondiente a los programas sectoriales y especiales que tengan como propósito impulsar el desarrollo rural sustentable.
Ley de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural	Crear y regular organización funcionamiento y operación del Sistema de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural, que se constituirá por los Fondos de Aseguramiento y por sus Organismos Integradores, que se registren ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público	1,	Fomentar, promover y facilitar el servicio de aseguramiento por parte de los Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural Regular las actividades y operaciones que los Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural podrán realizar, así como establecer el servicio de Asesoría Técnica y Seguimiento de Operaciones	Asamblea General de Socios Fondo de Aseguramiento Secretaría de Hacienda y Crédito	Cumplir y hacer cumplir los acuerdos de la Asamblea General de Socios y los Estatutos del Fondo de Aseguramiento Fomentar, promover y facilitar el servicio de aseguramiento por parte de los Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural

Elaboración Propia; Con base Diario Oficial de la Federación

Tabla 2. Sistema Estatal:

Ley	Objeto	Artículos	Sustento	Actores	Encomienda
Constitución Política del Estado	Es el ordenamiento jurídico que establece la integración del Estado de Hidalgo pacto federal de los Estados Unidos Mexicanos y legitima los poderes estatales.	73, 82, 85, 86, 87	Corresponde al Gobierno Estatal la rectoría del desarrollo de la Entidad, para garantizar que sea integral, fortalezca su economía, su régimen democrático, la ocupación y una más justa distribución del ingreso, permitiendo el ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales	Los Poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial	Los Poderes colaborarán entre sí para el eficaz cumplimiento de las funciones del Estado.
Ley de Planeación y Prospectiva del Estado de Hidalgo	Las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevará a cabo el proceso de Planeación Estatal del Desarrollo y encauzar, en función de éste, las actividades de la Administración Pública Estatal y Municipal, así como la participación de los diferentes sectores de la sociedad	1, 4, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 34, 35, 36, 50, 51, 52	Observar los criterios de la planeación estratégica y la prospectiva para la formulación e implementación de planes, programas y proyectos estratégicos de mediano y largo plazo que tengan vigencia más allá del periodo constitucional de la gestión gubernamental que corresponda	Poder Ejecutivo El Titular del Poder Ejecutivo del Estado El Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Hidalgo	Conducir el proceso de Planeación Estatal del Desarrollo. Encargadas de la aplicación de la Ley de Planeación y Prospectiva del Estado de Hidalgo. Deberán planear y conducir sus actividades con sujeción a los objetivos y prioridades del Plan Estatal de Desarrollo, buscando congruencia con la Planeación Nacional

Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Hidalgo	Promover que las acciones del proceso de Planeación para el Desarrollo Estatal, contemplen a las Regiones del Estado como los espacios estratégicos en los que se vinculan los esfuerzos Municipales, Estatales y Federales para impulsar el Desarrollo de la Entidad	1, 2, 14, 19	Proponer programas, proyectos y acciones que puedan ser sujetas de coordinación, en el marco de los convenios y acuerdos para el desarrollo que celebre el Ejecutivo del Estado con la Federación, cualquiera que fuere su denominación y temporalidad, así como evaluar los programas y actividades coordinados con la federación y los municipios	Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Hidalgo Poder Ejecutivo	Definir, conducir y coordinar las políticas correspondientes al proceso de planeación del desarrollo del Estado. Coordinar y vincular las acciones de los Comités de Planeación para el Desarrollo Regional
Ley de Fomento Agrícola e Industrial del Estado de Hidalgo	Elevar el nivel de vida de la población rural del Estado, cuyos ingresos económicos y bienes para el autoconsumo, están determinados por la producción agrícola y subproductos	2, 3, 7, 12, 15	Asegurar el desarrollo agrícola sustentable, mediante el proceso de planeación en todos los niveles, definiendo un programa Estatal, que permita los resultados esperados, mediante la validación y rentabilidad del proyecto, así como el seguimiento y evaluación sistemática por parte de los actores involucrados en el mismo	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Consejos Municipales y Subcomités Municipales Agropecuarios	Elaborar los estudios y programas que ayuden a los productores a definir alternativas adecuadas, acordes al potencial productivo de cada región. Realizar la planeación y elaboración de programas para el desarrollo de la actividad agrícola
Ley de desarrollo agrícola	Elevar el nivel de vida de la población rural del Estado,	2, 3, 6, 10, 12	Promover y apoyar entre los productores agrícolas, el empleo de prácticas sustentables, que	Secretaría de Agricultura y	Realizará los estudios necesarios para valorar los impactos ambientales que

				Desarrollo Rural	
sustentable para el estado de Hidalgo	cuyos ingresos económicos y bienes para el autoconsumo, están determinados por la producción agrícola y subproductos		incrementen la eficiencia, la productividad, la competitividad y rentabilidad de sus actividades, respetando el medio ambiente		ocasionen los procesos productivos en zonas de conservación, aprovechamiento y producción; además, propondrá las medidas y planes de uso y aprovechamiento sustentable en esas zonas, y analizará las necesidades de recursos económicos para garantizar el desarrollo sustentable

Elaboración Propia; Con base Periódico Oficial del Estado de Hidalgo.

Sistema Institucional

Tabla 3. Coordinación y Concertación Administrativa

Convenio	Coordinación	Acuerdo
SAGARPA	Coordinación para el Desarrollo Rural Sustentable tiene por objeto llevar a cabo proyectos, estrategias y acciones conjuntas para el Desarrollo Rural Sustentable en general; así como, las demás iniciativas que en materia de Desarrollo Agropecuario y Pesquero se presenten en lo particular, para impulsar el desarrollo integral de este sector en el Estado de Hidalgo.	<p>Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura; Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, así como Sustentabilidad de los Recursos Naturales en sus respectivos componentes de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Equipamiento e Infraestructura b) Desarrollo de Capacidades y Extensionismo; c) Conservación y Uso sustentable del Suelo y Agua (COUSSA) <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de información agropecuaria • Aplicaciones geoespaciales • Padrones de productores. • Sistema de Información de Agricultura protegida • Portales municipales
SEMARNAT, CNA	Coordinación con el objeto de conjuntar y hacer compatibles para su ejecución programas hidroagrícolas propios de la Comisión, con los comprendidos en el de Adquisición de Activos Productivos a cargo de la SAGARPA, para realizar un	Formalizar las acciones relativas a los programas de Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego y Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, el cual comprende los Programas de uso eficiente del agua y la energía eléctrica y uso pleno de la infraestructura hidroagrícola

	programa integral para la producción agrícola en la entidad y fomentar el desarrollo regional.	
CONAFOR	Coordinación en Materia Forestal tiene como propósito establecer las actividades para propiciar el desarrollo forestal sustentable en el Estado, mediante la ejecución y promoción de programas productivos, de protección, de conservación, de restauración y de aprovechamiento sustentable de los suelos forestales.	Establecer las actividades que deberán ser ejecutadas por las partes, así como la cantidad de recursos económicos que se destinarán a dichas actividades, para dar continuidad a las acciones establecidas en el Convenio Marco de Coordinación.

Elaboración Propia, Con base al programa sectorial de desarrollo agropecuario sustentable 2011-2016

Tabla 4. Alienación de Programas

Plan o Programa	Objetivo	Acuerdo
Plan Nacional 2019-2024	Establecer y orientar todo el trabajo que realizarán las y los servidores públicos los próximos seis años, para lograr el desarrollo del país y el bienestar de las y los mexicanos.	Desarrollo Sostenible: El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. El Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país.

Plan Estatal de Desarrollo	Consolidar una economía sólida, dinámica y diversa basada en la ciencia, tecnología e innovación que genere desarrollo sostenible en los sectores y actividades productivas del estado y contribuya al bienestar social y económico de la población hidalguense.	Desarrollo Económico; Programa de Transformación del Sector Agropecuario: Generar una nueva política de desarrollo agropecuario, Apoyar a las y los productores, promover la atracción de inversión en el sector agropecuario, mejorar la producción y productividad de las actividades agrícolas.
Programa Fomento a la Agricultura	Objetivo principal las unidades productivas vinculadas con el sector agrícola, incrementen el valor de su producción. Asimismo, que se intensifique el rendimiento de las unidades económicas rurales agrícolas vía estímulos económicos.	El Programa de Fomento a la Agricultura tiene una cobertura nacional y está conformado por los siguientes Componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Agro Producción • Producción Integral • PROAGRO Productivo • Tecnificación de Riego • Innovación Agroalimentaria Modernización de Maquinaria y Equipo La ejecución de

		<p>todos los programas, componentes y proyectos estratégicos de la SAGARPA, está orientada prioritariamente hacia el apoyo a los pequeños productores y a las unidades de producción de menor tamaño.</p>
<p>Agenda Técnica Agrícola</p>	<p>Tiene como objetivo el desarrollo del campo mexicano pretende una agricultura más productiva, competitiva, rentable, eficiente y sustentable, de tal manera que los principales actores de la cadena agroalimentaria y los productores primarios, preferentemente de los estratos económicos más bajos y mejoren su calidad de vida.</p>	<p>El INIFAP tiene un papel determinante en dicha estrategia, ya que es la institución generadora de conocimientos y tecnologías agrícolas que benefician a los productores primarios del medio rural en todas las regiones agroecológicas del país. Los paquetes tecnológicos, integrados en las agendas técnicas, se pondrán a disposición y al alcance los productores agrícolas, para que hagan de ellos una herramienta que les permita reducir de costos de producción, o bien en incrementar ingresos por venta de sus productos</p>
<p>Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario Sostenible 2011-2016</p>	<p>Es buscar nuevas formas de organización para la producción, incrementar las acciones de asesoría, acompañamiento y mercado para los proyectos productivos; aumentar las acciones de capacitación haciendo uso de las nuevas tecnologías, extender la cobertura</p>	<p>Eje 2 Competitividad para el Desarrollo Económico Sustentable del PED: Enfocada a elevar la producción, productividad y competitividad con sustentabilidad de las actividades agropecuarias, forestales y pesqueras poniendo especial énfasis en el tema de la alimentación. Se dirige</p>

	<p>de seguridad a productores y sus cosechas: introducir innovaciones sucesivas a través de la transferencia tecnológica, respetando las pautas culturales vigentes e impulsar la cohesión de las organizaciones y su identificación con sus proyectos productivos</p>	<p>a los grupos de productores que han acreditado contar con la capacitación, tecnología e infraestructura para producir con calidad, sanidad e inocuidad y que tienen la posibilidad de competir en los mercados regionales, estatales e incluso nacionales e internacionales.</p>
--	--	---

Capítulo 3

3.1 Diagnostico

La zona metropolitana de Pachuca es un área metropolitana localizada en el estado de Hidalgo que se encuentra en el centro del País de México. La zona metropolitana surgió a partir del crecimiento de la población, que ha tenido la ciudad de Pachuca debido a la cercanía de la Ciudad de México, el crecimiento urbano comenzó a invadir otros municipios, ocupando zonas agrícolas y ejidales, así creando la zona metropolitana.

3.2 Infraestructura

Esta ZM muestra un gran intercambio de población entre sus municipios, en los cuales Pachuca es el dinamizador. El 74.70% de su población trabaja en el mismo municipio de Pachuca en el cual vive, por lo cual sólo el 17.16% se encuentra en los municipios centrales y el 8.1% a otro municipio de la misma ZM. En tanto Epazoyucan que representa el 0.5% de la población federativa (44.3% reside y trabaja en el municipio) y San Agustín Tlaxiaca (65.1%) aportan población laboral a Pachuca a través del desplazamiento diario (10 Km. Aproximadamente), es decir el 48.3% y 24.6 respectivamente de población se desplaza a los municipios centrales. Sin embargo, cerca del 10.3% de la población laboral de Tlaxiaca se desplaza a municipios cercanos de la ZM; estudios recientes del Censo de Población y Vivienda 2020, declara que Tlaxiaca representa el 1.2% de la población en la entidad, con una PEA del 51.7% del total de la población de la ZM el 82.1% tiene con acceso a servicios de salud, de los cuales el 58.5% cuenta con Seguro Popular, el 29.4% con IMSS y el 10.4% con ISSSTE. El promedio de educación es de 9.5 años, lo cual se refleja en que el 93.6% de la población es alfabeta, de los cuales el 54.33% cuenta con educación básica, el 23% con educación media superior y el 18.61% con educación superior.

El presente instrumento es un mecanismo para la investigación de Problemáticas ecológicas en la Zona Metropolitana de Pachuca y sus posibles soluciones con énfasis a las Zonas Agrícolas que se encuentran Dentro de la Zona Metropolitana.

Considerando el impacto de los programas y proyectos en esta misma Zona

Metropolitana, es indispensable analizar la relación que existe entre los elementos y factores ambientales, principalmente sobre la gestión de los recursos, mantenimiento y uso de sus Zonas Agrícolas con el fin de garantizar un desarrollo sustentable básico en la región.

Este apartado aborda primero un diagnóstico de las condiciones actuales en las que se encuentra el ámbito ambiental, define problemáticas principales e identifica acciones prioritarias en materia de gestión ambiental.

3.3 Caracterización del Medio Físico Natural

Clima:

La temperatura promedio es de 14.9 °C, siendo en el mes de mayo la máxima con una temperatura promedio de 16.6°C, y en diciembre la mínima con una temperatura promedio de 11.6 °C, considerándose una ciudad con temperatura templada predomina un clima templado frío.

Precipitación:

El nivel de precipitación pluvial anual es de 368.3 mma 513 mm anuales. La estación lluviosa es de mayo a octubre, y la estación seca es de noviembre a abril. Por su cercanía con el Golfo de México, La Zona metropolitana se ve afectada por frentes fríos, huracanes y tormentas tropicales que afectan al Golfo de México. La humedad relativa y la luz solar en la zona urbana son de 57% y 70%, respectivamente, y la humedad relativa promedio anual es de 62%, lo que promueve una alta evaporación. Fisiografía

La Zona Metropolitana de Pachuca, al igual que el estado de Hidalgo, tiene distintos contrastes topográficos: montañas en el norte y este, montañas en el noroeste suroeste y llanuras centrales en el sur.

Geomorfología

Predomina una suave pendiente (de 0% a 5%) que se extiende desde la parte sur hasta la franja horizontal central, mientras que la estructura geomorfológica del área en cuanto a unidad de paisaje se compone de 32,86% es cobre por lacustre-eólica, erosión- cordillera en un 8,02%, volcán Cuaternario en un 15,77% y

sistema volcánico acumulativo-abrasivo en un 43,08% del área de la Zona Metropolitana.

Vegetación.

Vegetación tipo bosque.- se localiza en la Región conocida como Sierra Madre

Oriental, en la Sierra de Pachuca y al centro y sureste. El bosque es de pino-

encino Vegetación tipo matorral.-se localiza al oriente y centro del Estado y una porción al sur, el tipo de matorral predominante es subirme, espinoso, subes pinoso, nopaleras y cardonales.

Áreas de cultivo.- predominan al sur y poniente, donde existen grandes áreas de cultivo.

Pastizales naturales e inducidos.- comprende la Región poniente y centro del Estado, gran parte de la vegetación ha sido suplantada por áreas de cultivo.

Uso del Suelo

En la Provincia de la Sierra Madre Oriental, los suelos tienen alto contenido de carbonatos, derivados de la caliza por acción de la precipitación y temperatura, que son de origen residual. En orden de abundancia se tienen suelos tipo: rendzinas, litosoles, feozems y luvisoles.

3.4 Caracterización Social Demográfico

Tabla 5.- Población:

Municipio	Pachuca de Soto	Mineral de la Reforma	Epazoyucan	Mineral del Monte	San Agustín Tlaxiaca	Zapotlán de Juárez	Zempoala.
Población Total	314 331 = 47.6 % H ; 52.4 % M	202 749 = 47.5% H ;52.5 % M	16,285 = 48.4% H ;51.6% M	14 324 = 47.6 % H; 52.4 %M	38 891 = 48.7 %H; 51.3 %M	21 443 = 48.2% H; 51.8 % M	57 906 = 48.2 % H; 51.8 % M
Superficie (km2)	154.0 representa el 0.7 % del territorio estatal	112.5 representa el 0.5 % del territorio estatal	142.3% Representa el 0.7% del Territorio Estatal	53.4 representa el 0.3 % del territorio estatal	297.4 representa el 1.4 % del territorio estatal	105.3 representa el 0.5 % del territorio estatal	319.9 representa el 1.5 % del territorio estatal
Densidad de Población	2 040.7 Hab/km2	1 801.6 Hab/km2	111.4 Hab/km2	268.1 Hab/km2	130.8 Hab/km2	203.7 Hab/km2	181.0 Hab/km2
Migración	38.2 % por causa Familiar	42.5 % por causa Familiar	44.1% por causa Familiar	50.3 % por causa Familiar	47.0 % por causa Familiar	48.5 % por causa Familiar	43.0 % por causa Familiar

Población que habla lengua Indígena	3.38 %	2.22 %	0.76 %	0.30 %	0.83 %	1.11 %	0.88 %
Población que no habla español de los hablantes de lengua indígena	0.88 %	0.16 %	2.50 %	0.00 %	0.97 %	0.00 %	0.20 %
Lenguas indígenas más frecuentes	Náhuatl 73.0 % Otomí 21.0 %	Náhuatl 69.4 % Otomí 22.0 %	Náhuatl 81.7 % Otomí 8.3 %	Náhuatl 65.0 % Otomí 25.0 %	Náhuatl 52.9 % Otomí 32.1 %	Náhuatl 57.8 % Otomí 13.8 %	Náhuatl 65.5 % Otomí 19.2 %
Población que se considera afro mexicana negra o afrodescendiente	1.97 %	2.10 %	4.00 %	1.26 %	1.42 %	0.92 %	2.07 %
Población con alguna discapacidad	4.9 %	4.4 %	5.2%	7.2 %	6.5 %	5.6 %	5.3 %

Elaboración Propia; Con base a INEGI 2020

Tabla 6.- Características Educativas

Municipio	Pachuca de Soto	Mineral de la Reforma	Epazoyucan	Mineral del Monte	San Agustín Tlaxiaca	Zapotlán de Juárez	Zempoala.
Sin escolaridad	2.2 %	1.4 %	4.8 %	2.3 %	3.6 %	3.5 %	2.8 %
Básica	35.8 %	33.8 %	58.3 %	54.5 %	57.4 %	58.1 %	43.6 %
Media superior	25.7 %	30.1 %	23.1 %	25.5 %	22.7 %	24.4 %	26.8 %
Superior	36.1 %	34.5 %	13.6 %	17.5 %	16.2 %	13.9 %	26.6 %
Tasa de alfabetización	15 a 24 años 99.3 % 25 años y más 97.4 %	15 a 24 años 99.3 % 25 años y más 98.3 %	15 a 24 años 99.2 % 25 años y más 94.7 %	15 a 24 años 99.5 % 25 años y más 96.0 %	15 a 24 años 99.1 % 25 años y más 94.9 %	15 a 24 años 99.4 % 25 años y más 95.7 %	15 a 24 años 99.2 % 25 años y más 96.5 %

Elaboración Propia; Con base INEGI 2020

Tabla 7.- Disponibilidad de servicios y equipamiento

Municipio	Pachuca de Soto	Mineral de la Reforma	Epazoyucan	Mineral del Monte	San Agustín Tlaxiaca	Zapotlán de Juárez	Zempoala.
Agua entubada	90.3 %	96.3 %	68.4 %	67.5 %	52.4 %	69.3 %	77.9 %
Drenaje	99.0 %	99.6 %	96.3 %	97.8 %	93.8 %	98.8 %	98.4 %
Servicio sanitario	99.0 %	99.6 %	96.8 %	98.3 %	94.6 %	98.7 %	98.7 %
Energía eléctrica	99.1 %	99.6 %	98.6 %	99.6 %	98.7 %	99.5 %	99.4 %
Tinaco	89.2 %	83.3 %	88.0 %	88.9 %	83.2 %	89.1 %	91.7 %
Cisterna o aljibe	37.7 %	24.7 %	25.2%	22.6 %	48.1 %	31.4 %	25.4 %
Viviendas con piso de tierra	0.8 %	0.4 %	1.9 %	1.4 %	2.1 %	1.3 %	1.0 %

Elaboración Propia; Con base INEGI 2020

3.5 Tipo de deforestación

En la Zona Metropolitana se realizan aprovechamientos forestales autorizados, en donde las especies que más se explotan son las coníferas y los encinos. Esto conduce a la pérdida gradual de los sistemas forestales después de la recuperación y, además, los cambios en el uso del suelo debido a la agricultura o la urbanización aceleran la deforestación. Se calcularon los porcentajes de cambio por municipio, partiendo de la superficie total de cada uno de ellos, a partir de lo cual se tiene lo siguiente:

Tabla 8. Tipo de deforestación

Municipio	A causa de la agricultura (%)	A causa del pastizal (%)	A causa del crecimiento urbano (%)
Zempoala	0.041	0.024	0.289
Mineral de la Reforma	0.002	0.038	0.637
Pachuca de Soto	0.038	0.06	0.702
Zapotlán de Juárez	0.012	0.147	0.028

Elaboración Propia; Fuentes: con base en las series II y VI de INEGI.

3.5 Análisis de tiraderos de residuos sólidos y su área de impacto

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se definen como los residuos generados en el hogar a partir del manejo de materiales domésticos, productos usados y envases, envases y embalajes, residuos derivados de cualquier otra actividad dentro de las organizaciones o en la vía pública que generen, los residuos domiciliarios, así como los residuos de limpieza de vías y zonas comunes.

El análisis en esta sección se elaboró con información sobre ubicación, estatus del sitio de disposición de RSU y la producción anual de RSU por región natural

Tabla 9. Análisis de tiraderos de residuos sólidos y su área de impacto.

Ubicación geográfica de los sitios de disposición final de RSU	Municipio	SITUACIÓN
	Mineral del Monte	En operación
	Pachuca de Soto	En operación
	San Agustín Tlaxiaca	En operación
	Zapotlán de Juárez	En operación
	Zempoala	En operación

Elaboración Propia; Fuentes: SEMARNAT y Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Generación de RSU por municipio

Por otro lado, se realizó una representación para determinar la cantidad aproximada de residuos sólidos generados en cada área natural dividiendo la cantidad promedio diaria de residuos sólidos entre la población de cada área natural para 2020, dichos datos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 10. Generación de RSU por municipio

Generación de	Municipio	Cociente de	Generación anual de
		RSU per cápita (ton/día*habitante e)	RSU (ton/año)
	Mineral del Monte	14	5,079
	Pachuca de Soto	244	88,121
	San Agustín Tlaxiaca	32	15,433

RSU por municipio	Zapotlán de Juárez	17	7,055
	Zempoala	44	19,875
	Epazoyucan	14	5,502
	Mineral de la Reforma	160	57,913

Elaboración Propia; Fuentes: con datos del SIGEH 2020, COESPO 2018 y CONAPO 2012 Natural

3.6 Contaminación de suelos

Una de las causas más importantes de la contaminación del suelo en la zona de Hidalgo es la acumulación de metales pesados por riego de cultivos agrícolas con agua contaminada o por actividades mineras, fugas de hidrocarburos o sustancias, desechos petroquímicos mal manejados o tirados accidentalmente en tierras de cultivo.

Tabla 11. Concentración de principales Contaminantes presentes en suelos

	Tipo de muestra	Concentración de contaminante (mg/kg)	Lugar de procedencia
Concentración de principales Contaminantes presentes en suelos	Presa de jales contaminados con residuos de la industria minera	Zn (45) y Pb (14)	Pachuca de Soto
	45 muestras de la presa de jales Dos Carlos	Metales pesados de la minería: Cu ⁶⁺ en concentraciones de 0.014, el cual rebasa 3 veces el límite máximo permisible	Mineral de la Reforma

Elaboración propia con reportes publicados en revistas de divulgación científica.

3.6.1 Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Identificar los gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera terrestre y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, atrapando

y aumentando así el calor en la atmósfera es una de las razones por las que la situación ha empeorado es la generación de emisiones que interactúan químicamente con la atmósfera, creando un desequilibrio. Una de las consecuencias es el calentamiento global, que supone una amenaza para el mundo entero, por lo que se toman medidas de mitigación y adaptación. Las estimaciones de emisiones se presentan por tipo de contaminante y tipo de emisión.

Finalmente, se integran para que cada municipio conozca la distribución geográfica de las emisiones.

Tabla 12. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Emisiones Totales (ton/año)						
Municipio	PM	SO ₂	CO ₂	NO x	CH ₄	N ₂ O
Epazoyucan	11.774	7.274	4988.831	407.518	305168.314	1579.361
Mineral de la Reforma	111.964	58.656	48268.432	3235.762	139909.192	15266.929
Mineral del Monte	11.738	6.788	4481.877	372.030	35598.393	1266.756
Pachuca de Soto	482.683	237.415	148847.750	13428.763	29346.629	46817.931
San Agustín Tlaxiaca	402.109	38.072	10817.914	983.548	98672.196	5754.269
Zapotlán de Juárez	14.371	9.609	6250.751	524.064	89739.632	7334.147
Zempoala	32.449	17.637	11325.763	1018.965	941159.455	8157.338

Elaboración Propia; Fuentes: LIBRO-Metodología-Mitigación-Municipal-Hidalgo, UAEH.AgendaAmbiental.Web

Los Municipios que cuentan con un grado de contaminación por toneladas en la Zona Metropolitana de Pachuca son los de Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, San Agustín Tlaxiaca, Zapotlán de Juárez y Zempoala.

En la zona metropolitana de Pachuca, se presenta una gran cantidad de emisiones de gas invernadero, los principales gases que se presentan en la zona metropolitana son el Metano, Carbono y Óxido Nitroso con un grado de contaminación alta. Las principales fuentes de generación son las actividades de cabeza de ganado mayor, menor e industria avícola, así también el uso de automotores y el incremento de aguas negras.

El grado de contaminación por cuantiles en actividad agrícola en la zona metropolitana de Pachuca presenta la generación de gases entre los 11 a 25, esto en base a las sustancias químicas, el uso de aguas negras, como también el uso de maquinaria, el único municipio que cuenta con un mayor grado de contaminación en esta actividad es en San Agustín Tlaxiaca.

3.7 Vulnerabilidad al cambio climático

3.7.1 Áreas afectadas por incendios forestales

Los incendios Forestales destruyen grandes áreas de vegetación en todo el mundo convirtiéndose en una de las principales causas de los procesos de fragmentación de los ecosistemas que contribuyen a la deforestación y la desertificación.

Tabla 13. Incendios forestales por municipio periodo 2014-2020

Incendios forestales por municipio periodo 2014-2020				
Municipio	Causas	Número de incendios	Promedio anual (ha)	Total (ha)
Epazoyucan	Actividades agropecuarias, fumadores, fogatas, intencional, residuos de aprovechamiento forestal, quema de basureros, cazadores.	73	98.1	687

Mineral de la Reforma	Actividades agropecuarias, fumadores fogatas, intencional, quema de basureros, otras actividades productivas.	41	115.7	694
Mineral del Monte	Actividades agropecuarias, fumadores, fogatas, intencional, quema de basureros, otras actividades productivas.	20	10	50
Pachuca de Soto	Actividades agropecuarias, fumadores, fogatas, intencional, quema de basureros, otras actividades productivas.	83	73.7	516
San Agustín Tlaxiaca	Actividades agropecuarias, fumadores, fogatas, intencional, quema de basureros, otras actividades productivas, cazadores	27	113.3	793
Zempoala	Actividades agropecuarias, fumadores, intencional, quema de basureros.	43	119.7	718
Zapotlán de Juárez	Actividades agropecuarias, intencional	1	5.2	5

Elaboración Propia; Fuentes: con datos de incendios forestales de CONAFOR (2020).

Tabla 14. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola

La siguiente tabla nos identifica los resultados de producción agrícola que se registraron en el año 2022 dentro del estado como así también en la zona metropolitana, este ciclo se representa de manera cíclica y perennes es decir de 12 o más meses de tiempo de cultivo, como así también de riesgo o temporal, los municipios que registraron mayor producción agrícola en la zona metropolitana fueron Zempoala, San Agustín Tlaxiaca y Zapotlán de Juárez mientras que Mineral del Monte fue el municipio con menos de mil hectáreas de producción. El municipio que tiene un gran valor de producción en mieles de pesos es el municipio de Zempoala.

Entidad	Superficie (Ha)		Valor de producción (miles de pesos)
	Sembrada	Cosechada	

Hidalgo	375,770.58	367,181.42	7,225,733.73
Zona Metropolitana			
Epazoyucan	4,916.20	4,850.20	40,834.62
Mineral de La Reforma	3,253.70	3,233.70	41,452.23
Mineral del Monte}	508.8	459.8	1,612.01
Pachuca de Soto	2,763.65	2,743.35	16,233.84
San Agustín Tlaxiaca	7,352.00	7,209.00	55,857.52
Zempoala	18,447.20	18,382.20	137,239.22
Zapotlán de Juárez	5,448.40	5,427.40	30,768.01

Elaboración Propia; Fuentes: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Producción Agrícola (2022).

La Siguiete tabla representa la estadística sobre la información registra con datos según el tipo de tecnología empleada en la superficie agrícola dentro del Estado e Hidalgo a partir de la utilización de fertilizantes químicos, maquinaria y equipo agrícola, riego, sanidad y asistencia técnica.

Tabla 15. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola

	ESTADÍSTICA DE USO TECNOLÓGICO Y DE SERVICIOS EN LA SUPERFICIE AGRÍCOLA HIDALGO (ha)				
	Fertilizada	Mecanizada	Riego	Sanidad	Asistencia Técnica
TOTAL	221608.31	367779.5	133866.26	68317.01	51877.7

Elaboración Propia; Fuentes: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Producción Agrícola (2022).

3.8 Caracterización del Proceso económico

3.8.1 Principal Actividad (Zonas Rurales)

La zona metropolitana de Pachuca a pesar de ser una zona conurbada cuenta con municipios de la misma zona rurales las cuales tienen actividades, como lo que es agricultura, ganadería, forestal entre otras actividades.

En base a los datos aportados por INEGI sobre la principal actividad se puede analizar lo siguiente:

Los municipios en los que se encuentra una actividad de agricultura son Epazoyucan, Zempoala, San Agustín Tlaxiaca y Zapotlán de Juárez, después continua Mineral de la Reforma, Pachuca de Soto y al finalizar Mineral de la Reforma.

El segundo Lugar en sobre las Actividades en terrenos de la Zona Metropolitana es que gran parte de municipios están sin actividad como lo son los municipios de San Agustín Tlaxiaca, Zempoala siendo de los principales de igual manera Epazoyucan, Mineral de la Reforma para seguir con menos terrenos sin uso son los Municipios de Pachuca, Mineral del Monte

La segunda Actividad utilizada En Zona Metropolitana de Pachuca es la ganadería en la que los municipios de San Agustín Tlaxiaca y Zempoala aún tienen más uso sobre esta actividad.

En Resumen se Puede Analizar que las Actividades más utilizadas en manera rural dentro de los municipios la Agricultura, La ganadería y otros usos son los más utilizados en la Zona Metropolitana a pesar de tener terrenos sin uso, una parte esta económicamente activa en el énfasis rural y solo pocos municipios como lo son Zempoala y Mineral del Monte tienen actividad forestal

Municipio	Total, de terrenos		Tabla 16. Principal actividad Económica									
			Agricultura		Ganadería		Forestal		Otra		Sin actividad	
	Número	Superficie total	Número	Superficie total	Número	Superficie total	Número	Superficie total	Número	Superficie total	Número	Superficie total
Epazoyucan	2 347	13 619.28	1 500	8 368.97	2	29.65	0	0	71	489.8	774	4 730.86
Mineral del Monte	335	4 811.64	257	1 397.52	9	21.13	7	627.38	21	74.51	41	2 691.11
Pachuca de Soto	982	8 056.68	699	3 618.77	6	146.1	0	0	22	173.46	255	4 118.36
Mineral de la Reforma	1 281	8 163.47	781	4 747.32	6	27.1	0	0	65	669.87	429	2 719.19
San Agustín Tlaxiaca	5741	26871	4463	12304.3	25	980.82 69	3	15.354	161	1082.09	1089	12488.43
Zapotlán de Juárez	1809	8881.24	1501	5511.95	9	187.23 69	1	0.746	16	70.9791	282	3110.331
Zempoala	6577	29127. 23	5411	21051.9	21	662.77 75	7	113.92 66	81	513.82	1057	6784.78

Elaboración Propia; Fuentes: Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016 INEGI.

Tabla 17. Tipo de Agricultura

La Zona Metropolitana de Pachuca ha venido conociendo un intenso proceso de urbanización, ello ha impactado sobre las zonas rurales, las perspectivas de crecimiento para la Zona Metropolitana de Pachuca deben analizarse en una óptica metropolitana e incluso regional, Como observamos en la siguiente tabla el tipo de agricultura que aún está presente dentro de la zona metropolitana, las principales actividades agrícolas que se presentan aun en la zona metropolitana de pachucha son las de con agricultura a cielo abierto los cuales los principales municipios que lo ocupan Zempoala, San Agustín Tlaxiaca, Epazoyucan y Zapotlán de Juárez, como así la actividad con agricultura protegida solo los municipios de Mineral del Monte y Zempoala y los municipios de Pachuca, San Agustín Tlaxiaca y Zapotlán de Juárez cuentan con terrenos en descanso de agricultura o bien sin uso agrícola.

Municipio	Terrenos principalmente con actividad agrícola		Tipo de agricultura					
			Principalmente con agricultura a cielo abierto		Principalmente con agricultura protegida		Terrenos en descanso	
	Número	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Epazoyucan	1 500	8 368.97	1 489	8 329.22	9	36.77	2	2.98
Mineral del Monte	257	1 397.52	256	1 170.67	1	226.85	0	0.00
Pachuca de Soto	699	3 618.77	600	3 379.89	3	27.68	96	211.20
Mineral de la Reforma	781	4 747.32	779	4 738.10	2	9.22	0	0.00
San Agustín Tlaxiaca	4 463	12 304.30	4 380	12 089.43	15	49.28	68	165.60
Zapotlán de Juárez	1 501	5 511.95	1 467	5 382.77	3	4.39	31	124.79
Zempoala	5 411	21 051.93	5 391	20 856.00	12	113.36	8	82.58

3.9 Actividad Forestal

El manejo forestal se presenta como una actividad industrial primaria sobre una explotación de recursos forestales maderable y no maderable. El manejo forestal donde cualquier recurso proporcionado por los bosques naturales sin intervención humana o mediante la adopción de una variedad de prácticas culturales para mejorar la tierra para la plantación de árboles para conservar recursos forestales. La atención se centra en el uso racional de los bosques y bosques para mejorar su capacidad regenerativa. Los Municipios de La Zona Metropolitana de Pachuca que solo cuentan con esta actividad forestal son Mineral del Monte, Zempoala y San Agustín Tlaxiaca los cuales se dividen en Grandes Productores y Pequeños y medianos productores.

Tabla 18. Tipo de Productor

Municipio	Terrenos principalmente con actividad forestal		Tipo de productor			
			Grandes productores		Pequeños y medianos productores	
	Número	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Mineral del Monte	7	627.38	3	577.15	4	50.22
San Agustín Tlaxiaca	3	15.35	0	0.00	3	15.35
Zempoala	7	113.93	0	0.00	7	113.93

Elaboración Propia; Fuentes: Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016 INEGI.

3.10 Identificación de los conflictos ambientales:

El conflicto ambiental se entiende como el tipo de problema que crean diferentes industrias cuando compiten por los recursos naturales de una misma industria o territorio.

La combinación de rangos de coincidencia territorial obtenidos en la sección anterior da como resultado 90 tipos de conflictos de la industria, aunque no todas las combinaciones implican conflicto en la práctica. . Tal es el caso del sector agricultura contra el sector del desarrollo urbano, en otras palabras, es poco usual que el suelo ocupado para la infraestructura de la vivienda se convierta en suelo destinado a actividades agrícolas, aunque el caso contrario (de suelo agrícola a suelo urbano) es común en el crecimiento de la superficie urbana.

Tabla 19. Identificación de los conflictos ambientales:

Conflicto sectorial		Intensidad del conflicto propuesta
Desarrollo Urbano	Conservación	Moderado
Desarrollo Urbano	Agricultura	Extremo
Desarrollo Urbano	Acuícola	Leve
Desarrollo Urbano	Forestal	Extremo
Desarrollo Urbano	Industria	Leve
Desarrollo Urbano	Minería	Fuerte
Agricultura	Forestal	Extremo
Agricultura	Conservación	Moderado
Industria	Agricultura	Fuerte
Industria	Forestal	Fuerte
Industria	Conservación	Moderado
Conservación	Forestal	Leve

Conservación	Minería	Fuerte
Minería	Agricultura	Fuerte
Minería	Forestal	Extremo
Turismo	Forestal	Moderado
Turismo	Conservación	Moderado
Residuos Sólidos	Desarrollo Urbano	Extremo
Residuos Sólidos	Agricultura	Fuerte
Residuos Sólidos	Acuícola	Fuerte
Residuos Sólidos	Forestal	Leve
Residuos Sólidos	Conservación	Extremo
Residuos Sólidos	Turismo	Moderado

Fuente. Elaboración con base prueba Delphi y consulta ciudadana.

3.10.1 Desarrollo urbano vs agricultura:

Se presenta un conflicto entre los sectores desarrollo urbano y agricultura, el cual se divide en 5 niveles, donde 4 niveles representan intensidad extrema o moderada, y el nivel 1 representa ausencia de conflicto.

La zona de conflicto extremo entre desarrollo urbano y agricultura se encuentra principalmente en los municipios de: San Agustín Tlaxiaca (601.9 ha), Tizayuca (44 ha), Mineral de Reforma 8240 ha), Pachuca (250 ha) y Zempoala (429 ha).

3.10.2 Industria vs agricultura:

Se presenta un conflicto entre los sectores Industria y Agricultura en zona de conflicto extremo, se encuentra los municipios de: San Agustín Tlaxiaca (2703.32 ha), mientras que en el Recurso Hídrico: La zona de conflicto se encuentra dentro de los acuíferos: Cuautitlán-Pachuca con una recarga de 356.7 hm³, un volumen de extracción de 751.3 hm³ y 0 disponibilidad.

3.11 Aptitud del Suelo

Tenencia de la tierra

Para poder definir este apartado es importante explicar ¿Qué es Tenencia de la Tierra? Si bien la tenencia de la tierra se refiere los derechos de las personas o comunidades para administrar (poseer y utilizar) la tierra en la que residen.

La Tabla número en base a los datos proporcionados por INEGI nos muestra la tendencia de Tierra que tiene la Zona Metropolitana de Pachuca en las que se clasifican en ejidal, comunal, propiedad privada y propiedad pública, como se puede mostrar el municipio de Epazoyucan cuenta con 2347 terrenos los cuales se dividen 1737 en tenencia ejidal, 609 propiedad privada y una propiedad pública. El municipio de Mineral del Monte cuenta con un total de 335 terrenos, los cuales 83 son de tenencia ejidal, 228 propiedad privada y 24 propiedad Pública, el municipio de Pachuca de Soto cuenta con 982 terrenos de los cuales 804 son ejidal, 176 propiedad privada y 2 propiedad pública, el municipio de Mineral de la Reforma cuenta con 1281 terrenos que se dividen 728 en ejidal, 553 propiedad privada, San Agustín Tlaxiaca es el segundo municipio de la zona metropolitana que cuenta con más terrenos de un total de 5741 los cuales se dividen 4917 en ejidal , cuenta con 3 ten tenencia comunal, 749 propiedad privada y 7 de propiedad pública. El municipio de Zapotlán de Juárez cuenta con 1809 terrenos de los que se dividen 1524 en ejidal, 282 en propiedad privada y 3 en propiedad pública, por ultimo Zempoala es el primer municipio de la Zona Metropolitana de Pachuca que cuenta con gran cantidad de terrenos en un total de 6577 los cuales se dividen 5 306 ejidal, 3 en tenencia comunal, 691 en propiedad privada y 2 en propiedad pública.

De manera general se puede analizar que gran parte de la zona metropolitana de Pachuca tienen una gran tenencia de tierra ejidal, de los cuales los municipios que más sobre salen son los de San Agustín Tlaxiaca, Zempoala, Zapotlán de Juárez y Epazoyucan, los cuales cuentan con más terrenos ejidales, esto podría ser una causa de que no se encuentran tan conurbados a comparación de Mineral de la Reforma y Pachuca de Soto.

Municipio	Total de terrenos		Tabla 20. Tenencia de Tierra							
			Ejidal		Comunal		Propiedad privada		Propiedad pública	
	Número	Superficie	Número de terrenos	Superficie	Número	Superficie	Número de terrenos	Superficie	Número	Superficie
		Total		Total		Total		Total		total
022 Epazoyucan	2 347	13 619.28	1 737	5 339.46	0	0.00	609	8 278.60	1	1.22
039 Mineral del Monte	335	4 811.64	83	1 202.17	0	0.00	228	3 434.40	24	175.07
048 Pachuca de Soto	982	8 056.68	804	4 933.52	0	0.00	176	3 113.95	2	9.20
051 Mineral de la Reforma	1 281	8 163.47	728	2 720.13	0	0.00	553	5 443.34	0	0.00
052 San Agustín Tlaxiaca	5 741	26 871.00	4 917	18 008.31	3	7.49	814	8 805.41	7	49.80
082 Zapotlán de Juárez	1 809	8 881.24	1 524	6 152.16	0	0.00	282	2 721.75	3	7.33
083 Zempoala	6 577	29 127.23	5 306	18 013.93	3	6.91	1 266	11 102.67	2	3.72

Elaboración Propia; Fuentes: Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016 INEGI

Capítulo 4

4.1 Inventario Municipal de Emisiones de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (IMECYGEI) y su Impacto en la Agricultura.

El presente apartado se estuvo trabajando dentro del proyecto de CONAHCyT, para la construcción de la Agenda Ambiental para tres zonas metropolitanas en el estado de Hidalgo. En este caso, al incorporarme en el grupo de investigación se correspondió el desarrollo del inventario de CyGEI en el segmento agrícola. Este aporte es de gran representatividad para el municipio de Pachuca, ya que en la categoría de Agricultura y Ganadería, se están aportando grandes cantidades de Metano (CH₄). Por lo cual aquí presento estos resultados para analizar el comportamiento y aporte de la Agricultura a la emisión de CyGEI.

Los resultados del Inventario Municipal de Compuestos y Gases Efecto Invernadero de Pachuca de Soto se dividen en 4 categorías principales:

- Energía
- Procesos industriales y usos de productos
- Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
- Residuos

4.1.1 DIÓXIDO DE CARBONO CO₂

4.1.1.1 Energía

El total de las emisiones anuales y por el total de unidades económicas de la fuente denominada “[1A] Actividades de quema de combustible”, de la categoría “Energía”, se presentan en las Tablas 31a, 32b y 33c. De acuerdo a la información presentada, las actividades con más emisiones anuales de CO₂ se concentran en las unidades económicas de la subfuente “[1A4] Otros sectores”, la cual abarca categorías como: comercial / institucional, tiendas OXXO, infraestructuras como centros administrativos, de servicios financieros o educativos, etc.

Tabla 21. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO ₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta ¹	Total de CO ₂ kg UEM*Emisiones Diarias	Total de CO ₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO ₂
[1] Energía	119,565	19,577.45946	1,1050,092.3	1,1050.0923	4,030,125.47
[1A] Actividades de quema del combustible	119,502	15,827.68646	10,935,407.12	10,935.40712	3,988,265.38
[1A1] Industrias de la energía	3	3,363.38	10,090.14	10.09014	524.69
[1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor	3	3,363.38	10,090.14	10.09014	524.69
[1A1b] Refinación del petróleo	0		0	0	0.00
[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	0		0	0	0.00
[1A2] Industrias manufactura y de la construcción	6,889	4,384.11546	943,516.7068	943.5167068	344,383.60
[1A2a] Hierro y acero	0		0	0	0.00

¹ Revisar el documento de “Manual de la metodología de análisis de emisiones de CyGEI-Mixto. El cual implica la operacionalización de los informes y metodológica del IPCC, la base de datos, nomenclatura y clasificación del INECC, y la integración de mediciones propias del laboratorio de Análisis Territorial de la UAEH y sus estaciones de medición del Sniffer4D-V2. En este caso se puede revisar a detalle las fórmulas, normatividad y modelos propios.

[1A2b] Metales no ferrosos	0		0	0	0.00
[1A2c] Sustancias químicas	0		0	0	0.00
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	155	158.4	24552	24.552	8,961.48
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	117	10.7172	1,253.9124	1.2539124	457.68
[1A2e1] Tortillerías	550	66.6	36630	36.63	13,369.95
[1A2e2] Taquerías	411	61.605	25,319.655	25.319655	9,241.67
[1A2e3] Pollerías-rosticerías	446	67.8625	30,266.675	30.266675	11,047.34

(Continúa)

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Tabla 22. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO ₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO ₂ kg UEM*Emisiones Diarias	Total de CO ₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO ₂
[1A2e4] Antojitos que utilizan carbón -GLP	359	79.955	28703.845	28.703845	10,476.90
[1A2e5] Cocinas económicas (restaurantes)	1965	45.82076	90037.7934	90.0377934	32,863.79
[1A2e6]	305	35.796	10917.78	10.91778	3,984.99

Panaderías					
[1A2f] Minerales no metálicos	0		0	0	0.00
[1A2g] Equipo de transporte	22	1057.5	23265	23.265	8,491.73
[1A2h] Maquinaria	157	300	47100	47.1	17,191.50
[1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería	9	270	2430	2.43	886.95
[1A2j] Madera y productos de la madera	364	79.169	28817.516	28.817516	10,518.39
[1A2k] Construcción	187	1972.19	368799.53	368.79953	134,611.83
[1A2l] Textiles y cueros	1494	142.5	212895	212.895	77,706.68
[1A2m] Industria no especificada	348	36	12528	12.528	4,572.72
[1A3] Transporte	102,066	3,349.328	732,794.526	732.794526	267,470.00
[1A3a] Aviación civil	6	46.74	280.44	0.28044	102.36
[1A3b] Autotransporte	18	423	7614	7.614	2,779.11
[1A3c] Ferrocarriles	0		0	0	0.00
[1A3d] Navegación marítima y fluvial	0		0	0	0.00
[1A3e] Otro transporte	188	134	25192	25.192	9,195.08
[1A3f] Aforo vehicular por crucero	22	1,696.128	37,314.816	37.314816	13,619.91

(Continúa)

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Tabla 23. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO₂ kg UEM*Emisiones Diarias	Total de CO₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO₂
[1A3g]Transporte Privado	101530	5.478	556181.34	556.18134	203,006.19
[1A3h] Transporte Público	165	472.35	77937.75	77.93775	28,447.28
[1A3h1] Tuzobus-Troncal	47	538.9	25328.3	25.3283	9,244.83
[1A3h2] Tuzobus-Alimentadora	90	32.732	2945.88	2.94588	1,075.25
[1A4] Otros sectores	10,544	4,730.863	9,249,005.745	9,249.005745	3,375,887.10
[1A4a] Comercial/institucional	4,800	152.65	732,720	732.72	267,442.80
[1A4b] Residencial	169	15.265	2579.785	2.579785	941.62
[1A4c] Agropecuario/silvicultura/ pesca/ piscifactorías	387	9.16	3,544.92	3.54492	1,293.90
[1A4d]Oxxo	58	610.665	35418.57	35.41857	12,927.78
[Inf-1] Centros Administrativos	966	188.219	181,819.554	181.819554	66,364.14
[Inf-2] Servicios de retiro	14	70.579	988.106	0.988106	360.66
[Inf-3] Servicios de información y divulgación	241	18.82	4535.62	4.53562	1,655.50
[Inf-4] Servicios	766	188.219	144,175.754	144.175754	52,624.15

financieros					
[Inf-5] Servicios educativos	675	244.684	165,161.7	165.1617	60,284.02
[Inf-6] Servicios de salud	2,468	3,232.602	7,978,061.736	7978.061736	2,911,992.53

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

En seguida, el total de las emisiones anuales, por el total de unidades económicas de la fuente denominada “[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles”, de la categoría “Energía”, se presentan en la Tabla 34.

Aquí la subfuente, “[1B3] Otras fuentes”, representa el 100 por ciento de las emisiones del apartado, la cual retoma actividades económicas como comercio al por menor y al por mayor de gasolina, diésel, así como otros combustibles de uso industrial.

Tabla 24. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO ₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO ₂ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CO ₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO ₂
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	63	3,749.773	114,685.18	114.68518	41,860.09
[1B1]Combustibles sólidos	0	0	0	0	0.00
[1B1a] Minería carbonífera y	0	0	0	0	0.00

manejo del carbón					
[1B1ai] Minas subterráneas			0	0	0.00
[1B1aii] Minas superficie	0		0	0	0.00
[1B1b] Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	0		0	0	0.00
[1B2] Petróleo y gas natural	0	0	0	0	0.00
[1B2a] Petróleo	0	0	0	0	0.00
1B2ai Venteo petróleo	0		0	0	0.00
1B2aii Quemado petróleo	0		0	0	0.00
1B2aiii Otras fugitivas petróleo	0		0	0	0.00
[1B2b] Gas natural	0	0	0	0	0.00
1B2bi Venteo gas natural	0		0	0	0.00
1B2bii Quemado gas natural	0		0	0	0.00
1B2biii Otras fugitivas gas natural	0		0	0	0.00
[1B3] Otras fuentes	63	3,749.773	114,685.18	114.68518	41,860.09
[1B3a] Gasolineras	43	1,725.64	74,202.52	74.20252	27,083.92
[1B3b] Gaseras	20	2,024.133	40,482.66	40.48266	14,776.17

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

4.1.2 Procesos industriales y usos de productos

El total de las emisiones anuales, por el total de unidades económicas de la segunda categoría “Procesos industriales y usos de productos”, se presentan en la Tabla 35a, 36b y 37c. De esta categoría se recupera que la fuente “[2A] Industria de los minerales” tiene las mayores cantidades de emisiones de su subfuente “[2A3] Producción de vidrio”, la cual retoma actividades económicas como fabricación de artículos de vidrio de uso doméstico y otros productos de vidrio.

Tabla 25. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO ₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO ₂ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CO ₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO ₂
[2] Procesos industriales y uso de productos	5,246	120,899	1,007,181.12	1,007.18112	339,923.33
[2A] Industria de los minerales	138	120,626.85	849,702.3	849.7023	310,141.34
[2A1] Producción de cemento	1	292.5	292.5	0.2925	106.76
[2A2] Producción de cal	0		0	0	0.00
[2A3] Producción de vidrio	7	120,000	840,000	840	306,600.00
[2A3a] Comercialización de vidrio	108	34.35	3,709.8	3.7098	1,354.08
[2A4] Otros usos de carbonatos	0		0	0	0.00
[2A5] Otros	19	300	5,700	5.7	2,080.50

[2A6] Presas de Jales	3		0	0	0.00
[2B] Industria química	29	34.35	996.15	0.99615	363.59
[2B1] Producción de amoníaco	0		0	0	0.00
[2B2] Producción de ácido nítrico	0		0	0	0.00
[2B3] Producción de ácido adípico	0		0	0	0.00
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	0		0	0	0.00
[2B5] Producción de carburo	0		0	0	0.00
[2B6] Producción de dióxido de titanio	0		0	0	0.00
[2B7] Producción de ceniza de sosa	0		0	0	0.00
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	0		0	0	0.00
[2B9] Producción fluoroquímica	0		0	0	0.00
[2B10] Otros	29	34.35	996.15	0.99615	363.59

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Tabla 26. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO₂ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CO₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO₂
[2C] Industria de los metales	813	34.35	27,926.55	27.92655	10,193.19
[2C1] Producción de hierro y acero	0		0	0	0.00
[2C2] Producción de ferroaleaciones	0		0	0	0.00
[2C3] Producción de aluminio	0		0	0	0.00
[2C4] Producción de magnesio	0		0	0	0.00
[2C5] Producción de plomo	0		0	0	0.00
[2C6] Producción de zinc	0		0	0	0.00
[2C7] Otros	813	34.35	27,926.55	27.92655	10,193.19
[2D] Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	1,418	72.225	12,506.7	12.5067	4,564.95
[2D1] Uso de lubricantes	182	36	6552	6.552	2,391.48
[2D2] Uso de la cera de parafina	0		0	0	0.00
[2D3] Uso de solventes	1,124	1.875	2,107.5	2.1075	769.24
[2D4] Otros	112	34.35	3,847.2	3.8472	1,404.23
[2E] Industria electrónica	0	0	0	0	0.00

[2E1] Circuitos integrados o semiconductores	0		0	0	0.00
[2E2] Pantalla plana tipo TFT	0		0	0	0.00
[2E3] Células fotovoltaicas	0		0	0	0.00
[2E4] Fluido de transferencia térmica	0		0	0	0.00
[2E5] Otros	0		0	0	0.00

(Continúa)

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Tabla 27. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO₂ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CO₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO₂
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	540	80.825	43,645.5	43.6455	7,814.12
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado	1	8.776	8.776	0.008776	3.20
[2F2] Agentes espumantes	11	30	330	0.33	120.45
[2F3] Protección contra incendios	0		0	0	0.00

[2F4] Aerosoles	0		0	0	0.00
[2F5] Solventes	2	2	4	0.004	1.46
[2F6] Otras aplicaciones	526	40.049	21,065.774	21.065774	7,689.01
[2G] Manufactura y utilización de otros productos	550	13.41	7375.5	7.3755	1,897.91
[2G1] Equipos eléctricos	499	10.08	5,029.92	5.02992	1,835.92
[2G2] SF6 y PFC de otros usos de productos	0		0	0	0.00
[2G3] N2O de usos de productos	0		0	0	0.00
[2G4] Otros	51	3.33	169.83	0.16983	61.99
[2H] Otros	1758	36.99	65,028.42	65.02842	4,948.23
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	661	8.19	5,413.59	5.41359	1,975.96
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas	1,080	7.2	7776	7.776	2,838.24
[2H3] Otros	17	21.6	367.2	0.3672	134.03

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

4.1.3 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

El total de las emisiones anuales por el total de unidades económicas de la tercera categoría “Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra”, se presentan en las Tablas 38a y 39b. De la fuente “[3A] Ganado”, la subfuente “[3A1] Fermentación entérica” es la que predomina en las emisiones de CO₂. No obstante, es importante mencionar que para la fuente “[3B] Tierras” se consideraron las capacidades de emisión y de absorción, por lo que algunos valores se recuperan

en la Tabla 39b con valores negativos, mismos que se descuentan del total de las emisiones.

Tabla 28. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO ₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO ₂ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CO ₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO ₂
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	47,337.66762	4,134.49608	195,717,401.2	195,717.4012	571,840.87
[3A] Ganado	31,910	4,028.22608	128,540,694.2	128,540.6942	317,374.59
[3A1] Fermentación entérica	15,955	4,027.33408	64,256,115.25	64,256.11525	316,946.44
[3A1a] Bovino	215	4,017.44	863,749.6	863.7496	315,268.60
[3A1b] Búfalos	0		0	0	0.00
[3A1c] Ovinos	4,457	0.616	2,745.512	2.745512	1,002.11
[3A1d] Caprino	94	0.84	78.96	0.07896	28.82
[3A1e] Camello	0		0	0	0.00
[3A1f] Caballos	0		0	0	0.00
[3A1g] Mulas y asnos	0		0	0	0.00
[3A1h] Porcinos	161	8.4	1352.4	1.3524	493.63
[3A1i] Otros (aves de corral)	11,028	0.03808	419.94624	0.41994624	153.28
[3A2] Gestión del estiércol por día kilos	15,955	0.892	14,231.86	14.23186	428.14
[3A2a] Bovino	215	2.5	537.5	0.5375	196.19
[3A2b] Búfalos	0		0	0	0.00
[3A2c] Ovinos	4,457	0.12	534.84	0.53484	195.22

[3A2d] Caprino	94	0.074	6.956	0.006956	2.54
[3A2e] Camello	0		0	0	0.00
[3A2f] Caballos	0		0	0	0.00
[3A2g] Mulas y asnos	0		0	0	0.00
[3A2h] Porcinos	161	0.308	49.588	0.049588	18.10
[3A2i] Aves de corral	11,028	0.004	44.112	0.044112	16.10
[3A2g] Otros (especificar)	0		0	0	0

(Continúa)

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Tabla 29. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Tierra (hectáreas) con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Hectáreas por Uso de Suelo y Vegetación (INEGI, 2018)	CO₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO₂ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CO₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO₂
[3B] Tierra (hectáreas)	15,409.66762	106.27	697,152.329	697.152329	254,460.60
[3B1] Tierra forestales	1,245.8892	-16.44	-20,482.41845	-20.48241845	-7,476.08
[3B1a] Tierras forestales que permanecen como tal	1,245.8892	-16.44	-20,482.41845	-20.48241845	-7,476.08
[3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales	0		0	0	0.00
[3B2] Tierra de cultivo	4,892.9714	9.58	46,874.66601	46.87466601	17,109.25

[3B2a] Tierras de cultivo que permanecen como tal	4,892.9714	9.58	46,874.66601	46.87466601	17,109.25
[3B2b] Tierras convertidas a tierras de cultivo	0		0	0	0.00
[3B3] Praderas	3,048.4285	-4.11	-12,529.04114	-12.52904114	-4,573.10
[3B3a] Praderas que permanecen como tal	3,048.4285	-4.11	-12,529.04114	-12.52904114	-4,573.10
[3B3b] Tierras convertidas en praderas	0		0	0	0.00
[3B4] Humedales	0	0	0	0	0.00
[3B4a] Humedales que permanecen como tal	0	0	0	0	0.00
[3B4b] Tierras convertidas en humedales	0		0	0	0.00
[3B5] Asentamientos	5,961.344	114.5	682,573.888	682.573888	249,139.47
[3B5a] Asentamientos que permanecen como tal	5,961.344	114.5	682,573.888	682.573888	249,139.47
[3B5b] Tierras convertidas en asentamientos	0		0	0	0.00

Nota: Los números con signo negativo refieren a las tierras con capacidad de absorción.

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI,

Pachuca de Soto, 2023.

Para la siguiente subfuente “[4B] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ de la tierra (hectáreas)” de la misma categoría “Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra”, solo se encontraron resultados en la subfuente de “[3C1d] Emisiones por quemado de biomasa en tierras forestales” con un total de 315.8 kg de CO₂ por una hectárea quemada. Considerando que el municipio de Pachuca de Soto se registró para el último año un total de 18 hectáreas, se tiene que por el total de éstas hubo una emisión de 5,684.4 kg de CO₂ al año por el total de éstas.

Es importante considerar que estas emisiones son por quema de biomasa y las praderas que se contemplan contienen en su mayoría matorrales, los cuales emiten mayor cantidad de estos gases por su tipo planta, además del tiempo de atención a estos incendios, los cuales suelen ser más largos en comparación con los forestales.

4.1.4 Residuos

Para este subapartado se utilizó la “Metodología para el cálculo de emisiones de gases efecto invernadero generadas por residuos sólidos urbanos en sitios de disposición final” en la fase III anaeróbica. Las emisiones totales anuales de estos compuestos y gases se dividirán entre CH₄ y N₂O de acuerdo a la metodología del INECC (2006), por lo que no se realizaron mediciones y metodología para la contabilización de CO₂.

Por otro lado, si se tienen las emisiones de CO₂ por la fuente “[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales”, que se distribuyen a lo largo del municipio por medio de canales (CONAGUA, 2023), las cuales, por medio de trabajo de campo se han presentado como parte de las aguas que se utilizan para el riego de tierras de cultivo.

Tabla 30. Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CO ₂ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CO ₂ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CO ₂ en toneladas por día	Toneladas por año CO ₂
[4] Residuos	1	3,792.053	3,792.053	3.792053	1,384.10
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0	3,792.053	0	3.792053	1,384.10
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	0	3,792.053	0	3.792053	1,384.10

Nota: No se contemplan unidades económicas ya que se pasan las emisiones directas por la utilización de aguas residuales.

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

4.2 METANO CH₄

Dentro del total de emisiones de compuestos y gases también se consideró el Metano CH₄; no obstante, no todas las categorías, fuentes y subfuentes fueron o significativas o fueron posibles para el proceso de medición de dicho gas.

A continuación, se recuperan las categorías 3. “Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra” y 4. “Residuos”.

4.2.1 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Para la categoría de “Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra” se retomó la fuente de “[3A] Ganado”, en el proceso de la subfuente de “[3A2] Gestión de estiércol por día (kilos)”, los resultados se presentan en la Tabla 41.

De acuerdo con los resultados se puede determinar que son las cabezas de bovinos, las que más tienen emisiones de este gas; esto a pesar de tener más unidades en otras categorías como aves de corral y ovinos.

Tabla31. Total de emisiones de IMCyGEI (CH₄) en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CH ₄ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CH ₄ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CH ₄ en toneladas por día	Toneladas por año CH ₄
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	15,955	0.10756	1,716.1198	1.7161198	16.14
[3A] Ganado	15,955	0.10756	1,716.1198	1.7161198	16.14
[3A2] Gestión del estiércol por día kilos	15,955	0.10756	1,716.1198	1.7161198	16.14
[3A1a] Bovino	215	0.0892	19.178	0.019178	7.00
[3A1b] Búfalos	0		0	0	0.00
[3A1c] Ovinos	4,457	0.00442	19.69994	0.01969994	7.19
[3A1d] Caprino	94	0.00264	0.24816	0.00024816	0.09
[3A1e] Camello	0		0	0	0.00
[3A1f] Caballos	0		0	0	0.00
[3A1g] Mulas y asnos	0		0	0	0.00
[3A2h] Porcinos	161	0.011	1.771	0.001771	0.65
[3A2i] Aves de corral	11,028	0.0003	3.3084	0.0033084	1.21
[3A2g] Otros (especificar)	0		0	0	0

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

4.2.2 Residuos

Para la categoría cuatro de “Residuos”, se retomó la fuente de “[4A] Eliminación de residuos sólidos” que, siguiendo con la metodología de INECC (2020), contempla las emisiones de CH₄ a través del tratamiento del primer método biológico de los RSU y un segundo método biológico llamado por disposición final.

De la misma forma, se retoma la fuente “[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales”, las cuales se retomaron de acuerdo a la disposición final del agua, que como ya se mencionaba en el apartado anterior, se localizaron en el riego de tierras de cultivo.

Tabla 1. Total de emisiones de IMCyGEI (CH₄) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	CH ₄ kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de CH ₄ kg UEM*Emisiones diarias	Total de CH ₄ en toneladas por día	Toneladas por año CH ₄
[4] Residuos	1	708.839	708.839	0.708839	258.73
[4A] Eliminación de residuos sólidos	1	683.64	683.64	0.68364	249.53
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	1	683.64	683.64	0.68364	249.53
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		25.199	25.199	0.025199	9.20
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		25.199	25.199	0.025199	9.20

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMCyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

4.3 ÓXIDO NITROSO N₂O

Dentro del total de emisiones de compuestos y gases también se consideró el Óxido Nitroso N₂O; no obstante, no todas las categorías, fuentes y subfuentes fueron o significativas o fueron posibles para el proceso de medición de dicho gas.

A continuación, se recuperan la categoría “Residuos”.

4.3.1 Residuos

Para la categoría cuatro de “Residuos”, se retomó la fuente de “[4A] Eliminación de residuos sólidos” que, siguiendo con la metodología de INECC (2020), contempla las emisiones de N₂O a través del tratamiento del primer método biológico de los RSU.

De igual manera, se retoma la fuente “[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales”, las cuales, como ya se mencionaba, se retomaron de acuerdo a la disposición final del agua. A partir de ello, se localiza que de los 3 gases (CO₂, CH₄ y N₂O), es el N₂O el que tiene menor concentración para dicha fuente.

Tabla 2. Total de emisiones de IMCyGEI (N₂O) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Pachuca de Soto, 2023

Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente	Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)	N ₂ O kg Emisiones UEM-día Metodología mixta	Total de N ₂ O kg UEM*Emisiones diarias	Total de N ₂ O en toneladas por día	Toneladas por año N ₂ O
[4] Residuos	1	277.883	277.883	0.277883	101.43
[4A] Eliminación de residuos sólidos	1	261.1	261.1	0.2611	95.30
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	1	261.1	261.1	0.2611	95.30

[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		16.783	16.783	0.016783	6.13
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		16.783	16.783	0.016783	6.13

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

4.4 RESUMEN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presenta la tabla de resultados de los diferentes compuestos y gases de efecto invernadero por categoría (ver Tabla 44); posteriormente se muestran los valores de CO₂ eq para los mismos, los cuales se pudieron determinar una vez que se multiplicaron por su valor de potencial de calentamiento.

A partir de ello, se presenta el Gráfico 23, en donde se puede observar que la categoría uno “Energía” es la que concentra el mayor número de emisiones para el municipio de Pachuca de Soto, esto principalmente por la fuente “[14A] Otros sectores”, en donde las subfuentes de “[inf-6] Servicios de salud” y “[1A4a] Comercio institucional” emiten las mayores cantidades de CO₂.

Tabla 34. Total de toneladas anuales de emisiones de CyGEI por categoría del municipio de Pachuca de Soto

CATEGORÍA	CyGEI			TOTALES CyGEI
	CO ₂ T/a*PC(1)	CH ₄ T/a	N ₂ O T/a	
1. Energía	4,030,125.47	0.00	0.00	4,030,125.47
2. Procesos industriales y usos de productos	339,923.33	0.00	0.00	339,923.33
3. Agricultura, silvicultura y	571,840.87	16.14	0.00	571,857.01

otros usos de las tierras				
4. Residuos	1,384.10	258.73	101.43	1,744.25
Total	4,943,273.77	274.86	101.43	
			Total T/a CO ₂	4,943,650.06

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

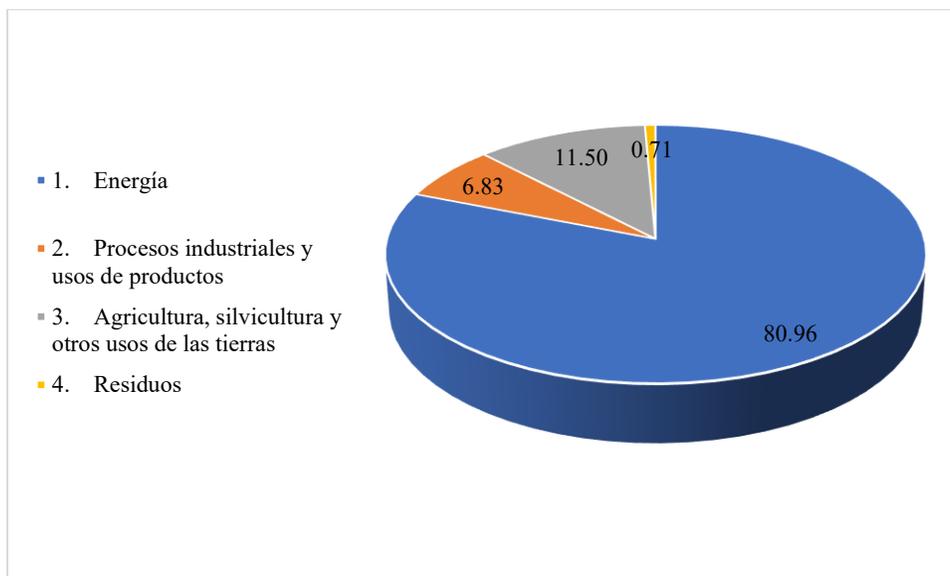
Tabla 3. Total de toneladas de CO₂eq por categoría del municipio de Pachuca de Soto

CATEGORÍA	CyGEI*PC			TOTALES T/a CO ₂ eq
	CO ₂ T/a*PC(1)	CH ₄ T/a*PC(28)	N ₂ O T/a*PC(265)	
1. Energía	4,030,125.47	0.00	0.00	4,030,125.47
2. Procesos industriales y usos de productos	339,923.33	0.00	0.00	339,923.33
3. Agricultura, silvicultura y otros usos de las tierras	571,840.87	451.78	0.00	572,292.65
4. Residuos	1,384.10	7,244.33	26,878.23	35,506.67
Total	4,943,273.77	7,696.11	26,878.23	
			Total T/a CO ₂ eq	4,977,848.12

*Nota: PC = Potencial de calentamiento.

Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Gráfico 1. Distribución porcentual de toneladas anuales de emisiones CO₂eq por categoría del municipio de Pachuca de Soto



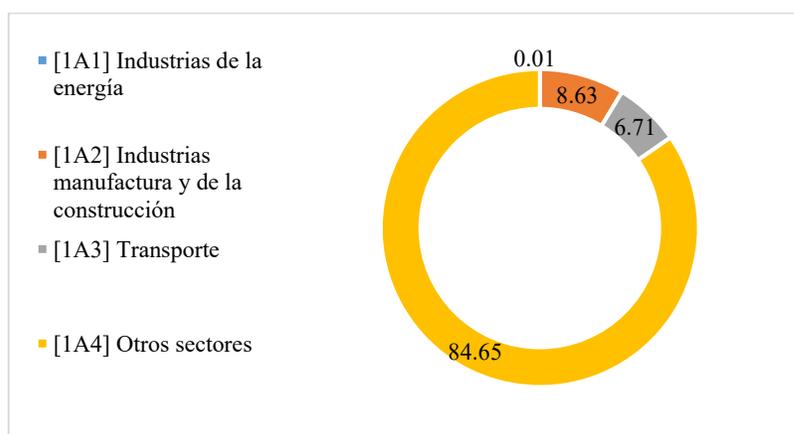
Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI Pachuca de Soto, 2023.

4.5 Resumen por categoría y fuentes

4.5.1 Energía

Para el resumen de esta categoría se recupera en un primer momento la fuente de “[1A] Actividades de quema de combustible”.

Gráfico 2. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO₂ (toneladas) por la fuente de Actividades de quema de combustible, Pachuca de Soto 2023



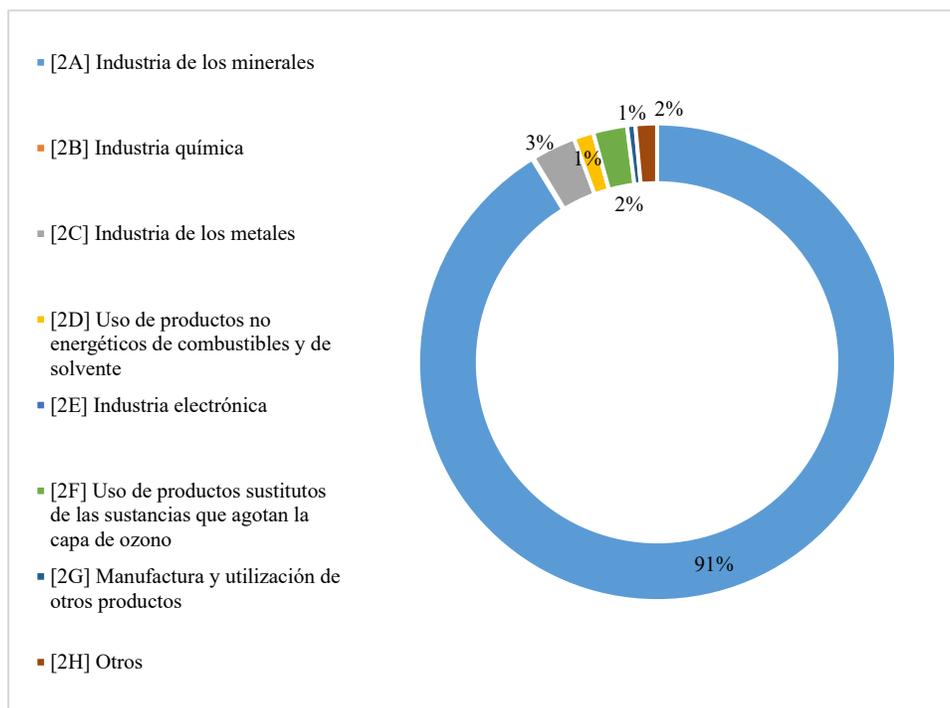
Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI Pachuca de Soto, 2023.

En el caso de la fuente de “[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles”, solo tiene emisiones la subfuente de “[1B3] Otras fuentes”, en el cual se rescatan los apartados “[1B3a y 1B3b] Gasolineras y gaseras”, que comprenden el total de emisiones de CO₂.

4.5.2 Procesos industriales y usos de productos

Para esta categoría se realizó el Gráfico 25 de resumen, con el cual se puede determinar que la industria de los minerales concentra más del 90 por ciento del total de las emisiones.

Gráfico 3. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO₂ (toneladas) por la categoría de Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente, Pachuca de Soto 2023



Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

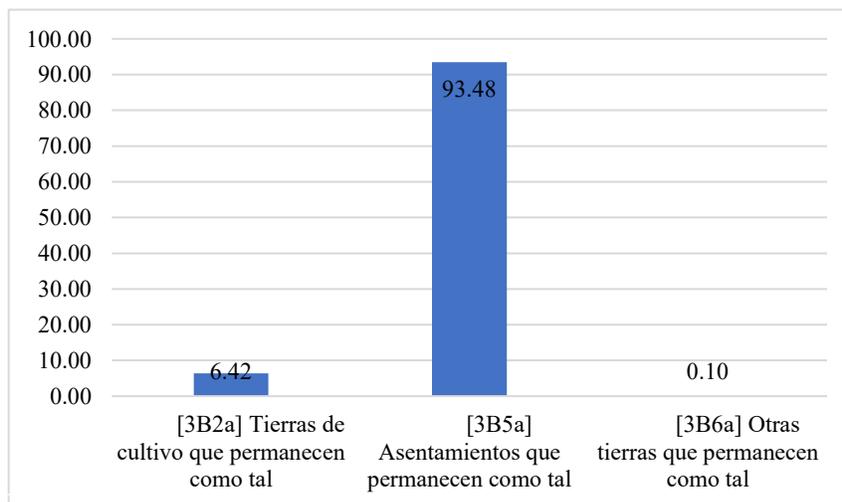
4.5.3 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Para el resumen de esta categoría se recupera en un primer momento la fuente de “[3A] Ganado”, en sus procesos de fermentación entérica y en su proceso de gestión de estiércol por kilos al día. En el este caso de la subfuente “[3A1] Fermentación entérica”, los bovinos concentran el 99.5 por ciento de las emisiones totales.

Para el apartado de Metano CH₄ únicamente se recuperó la subfuente “[3A2] Gestión de estiércol por día/kilo”, las cuales corresponden al 100 por ciento de las emisiones totales.

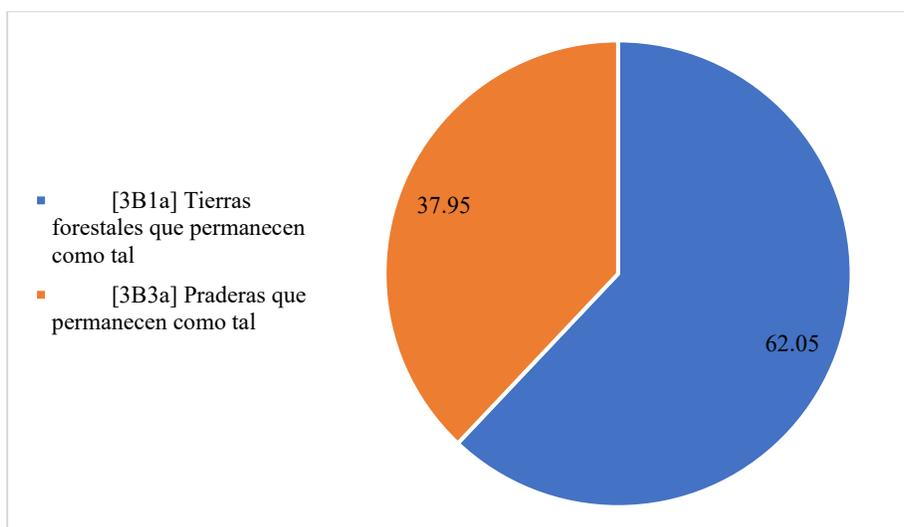
Para los Gráficos 26 y 27, se recuperó de la categoría 3 la fuente de: “[3B] Tierras por hectárea”, las cuales se dividen en subfuentes por su capacidad de emisión y absorción. Dentro de esta misma categoría se consideró la fuente: “[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ de la tierra”, en la que también se consideraron las emisiones de CO₂, éstas emisiones se concentraron en la subfuente de “[3C1] Emisiones de quemado de biomasa en tierras forestales”, con su apartado “[3C1c] Emisiones de quemado de biomasa en tierras de pradera”, con el 100 por ciento del total de las emisiones de la subfuente.

Gráfico 4. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO₂ (toneladas) por la subfuente usos de la tierra, Pachuca de Soto 2023



Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Gráfico 5. Distribución porcentual de las absorciones anuales de CO₂ (toneladas) por la subfuente de usos de la tierra, Pachuca de Soto 2023



Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

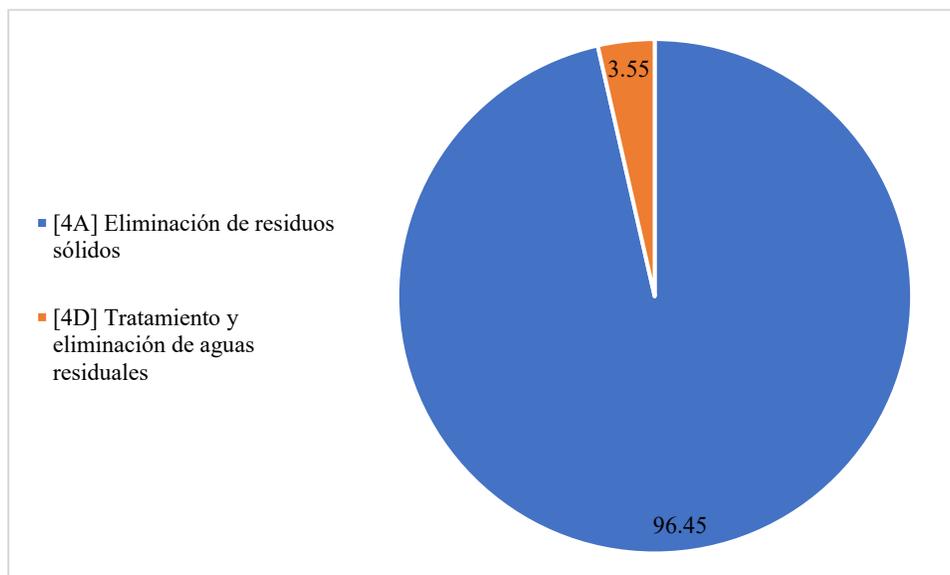
4.5.6 Residuos

En el caso de la categoría 4 “Residuos”, solo se consideraron las emisiones de CO₂ en el caso de la fuente “[4D] Tratamiento biológico de los residuos sólidos”, cuya subfuente “[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales”, concentró el total de las emisiones.

Por otro lado, para la distribución de los compuestos y gases de CH₄ y N₂O, se contemplaron las fuentes “[4A] Eliminación de residuos sólidos” y “[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales”, los cuales se resumen en los Gráficos 28 y 29.

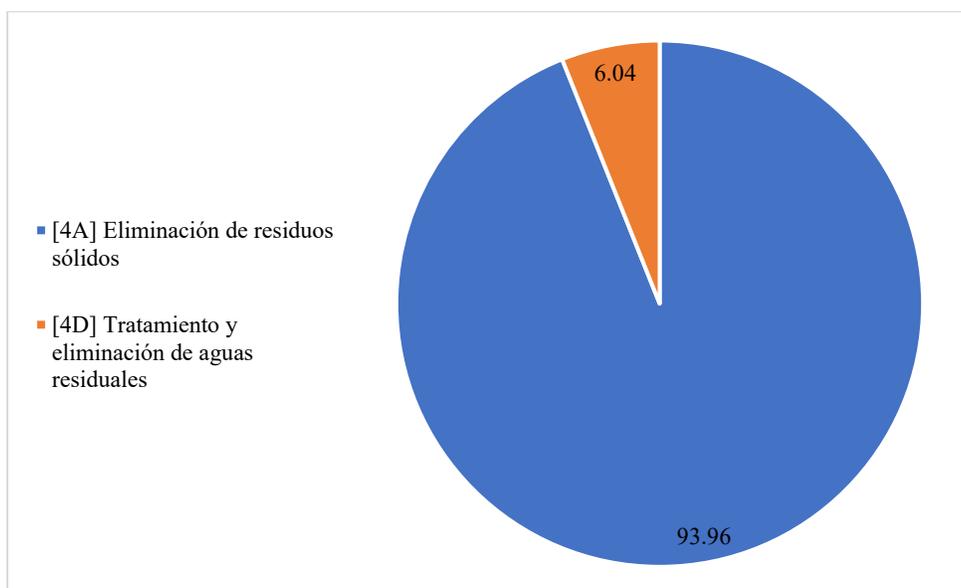
A partir de ello, se determina que el tratamiento y eliminación de aguas residuales concentra el 96.45 por ciento de las emisiones de CH₄ y el 93.96 por ciento de las emisiones de N₂O.

Gráfico 6. Distribución porcentual de las emisiones anuales de CH₄ (toneladas) por la categoría de residuos, Pachuca de Soto 2023



Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Gráfico 7. Distribución porcentual de las emisiones anuales de N₂O (toneladas) por la categoría de residuos, Pachuca de Soto 2023



Fuente: Elaboración del grupo de investigación de CONAHCyT a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

4.6 Programa de Mitigación y Adaptación del Municipio de Pachuca de Soto

El Inventario municipal de emisiones de compuestos y gases efecto invernadero (IMECyGEI) Pachuca de Soto 2023 se realizó con base en la clasificación del IPCC (2006). Las unidades económicas se seleccionaron y contabilizaron a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), tomando como referencia el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) con la actualización al mes de noviembre del 2022 (INEGI, 2023). A su vez, se retomó el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023) para las estadísticas de producción agrícola y ganadera al año 2021. Finalmente se recuperaron los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2018) para la clasificación de uso de suelo.

La metodología aplicada en dicho inventario corresponde a una metodología mixta; por un lado, se retomó literatura especializada para reconocer los factores de emisión de cada unidad, por otro lado, se retomó la medición directa, que implica la utilización del equipo Sniffer 4v-2D.

De los principales resultados para el municipio de Pachuca de Soto son: la categoría de “Energía” (80.96 por ciento del total) es la principal emisora de toneladas de CO₂ eq, seguida de la categoría de “Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra” (11.49 por ciento del total). Una vez localizando las principales fuentes de dichas categorías se pasa a la evaluación y selección de las áreas de oportunidad para la agenda de adaptación y mitigación de dichos GEI; y a su vez, se realizan las proyecciones de aumento y reducción de los gases y compuestos que reflejen los panoramas generales del municipio ante la acción oportuna y la nula intervención.

4.7 INVENTARIO DE CyGEI

De acuerdo con el último “Inventario de Inventario municipal de emisiones de compuestos y gases efecto invernadero (IMECyGEI) Pachuca de Soto 2023”, documento adjunto a este este programa, se emitieron un total de 4,977,848.12 t/a

de CO₂ eq. De este total las emisiones se dividieron en cuatro grandes categorías de acuerdo a la clasificación del IPCC (2006), las cuales son:

- Energía
- Procesos industriales y uso de productos
- Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
- Residuos

De acuerdo con los datos presentados en el IMECyGEI Pachuca de Soto 2023, la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra emitió el 11.49 por ciento del total CyGEI, mientras que la categoría de Residuos representó el 0.713 por ciento de las emisiones y la categoría de Procesos industriales y uso de productos emitió el 6.82 por ciento.

A su vez, se determinó que la categoría que más aportó emisiones fue Energía, con el 80.96 por ciento del total de las emisiones. La ciudad de Pachuca de Soto concentra sus emisiones en dos fuentes: Actividades de quema de combustible y Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles. Del total de emisiones de CO₂ que son 4,030,125047 t/a CO₂, el 98.96 por ciento corresponde a la primera fuente y solo el 1.03 por ciento corresponde a la segunda.

Haciendo un análisis más preciso, la primera fuente denominada Actividades de quema de combustible, concentra más del 80 por ciento de sus emisiones en la subfuente de Otros sectores, en donde se encuentra el sector Comercial/institucional, Residencial, Agropecuario/ silvicultura/ pesca/ piscifactorías, Cadenas Oxxo; así como infraestructuras como Centros administrativos, Servicios de retiro, Información y divulgación, Financieros, Educativos y de Salud; este último como una de las principales fuentes de emisión.

Las emisiones de gases de efecto invernadero por estas unidades es un tema recurrente en todas las partes del mundo; sin embargo, es una situación y fenómeno que se deja en un segundo plano, debido a que la situación es un asunto de doble importancia pues, por un lado, es un servicio básico para una

buena calidad de vida, razón por la cual la utilización de equipo eléctrico como ordenadores, maquinaria especializada (entre ellos respiradores), sistemas de iluminación, son básicos para la atención oportuna y de calidad; aunque por otro lado, el funcionamiento de estos edificios representa un consumo doble de energía (Cotrina, 2021) y por lo tanto, una fuente recurrente e importante de CO₂.

La segunda fuente que predominó en la emisión de GEI en la categoría de Energía fue la Industria manufacturera y de la construcción. En esta fuente se consideraron una amplia gama de actividades económicas, entre industrias de la construcción, textiles y cueros, equipo de transporte, así como unidades dedicadas a la venta de antojitos, panaderías, taquerías, tortillerías, etc. De las subfuentes mencionadas, la construcción es la de mayor fuente de emisiones de CO₂ (con el 39.1 por ciento del total general), seguida de la subcategoría de textiles y cueros (con el 22.6 por ciento). Ambas actividades se relacionan con procesos de elaboración de productos indispensables como la vivienda y el vestido. Las actividades de construcción, categoría dentro de la cual se retoma también la fabricación de ladrillos, la preparación de terrenos, los trabajos de cimentaciones, entre algunos; es una de las actividades primordiales para garantizar un espacio habitacional y de seguridad.

Por otro lado, la segunda categoría con más emisiones de CO₂ al año, como se ha mencionado, fue la de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, en donde las emisiones de GEI se concentraron en la fuente de Ganado en su subfuente de Fermentación entérica, la cual aporta el 99.86 por ciento de su total; seguida la fuente de Tierras con su subfuente de Asentamientos, la cual aportó el 93.48 por ciento del total de las emisiones de dicha subfuente.

4.8 ÁREAS DE VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO

Una vez localizadas las categorías, fuentes y subfuentes con más emisiones de GEI, se pasa a la delimitación de las áreas de vulnerabilidad del municipio que representarían los principales aspectos a cubrir a corto y mediano plazo, reconociendo que las altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero se ven

relacionadas por sustancias químicas, el empleo de maquinaria agrícola, el uso de aguas negras, la actividad ganadera y la avícola que, a su vez, contaminan el suelo, aire, mantos freáticos, la flora y fauna.

- Agravamiento del efecto de islas de calor en zonas urbanas.
- Impactos negativos sobre la salud de la población.
- Alteración de procesos ecosistémicos.
- Modificación de patrones biológicos.
- Conflictos por la regulación de espacios comerciales.
- Pérdida de biodiversidad y cobertura vegetal.
- Erosión y sedimentación.
- Escasez de agua y riesgo asociado con los sistemas de suministro de agua.
- Abandono de tierras.
- Daño a equipamiento e infraestructura por aumento de inundaciones fluviales y pluviales.
- Deficiencia y limitación de rutas de transporte para comunicar las áreas urbanas con las colonias periféricas redundan en una baja utilización de estos.
- Conflictos por los recursos derivados del deterioro de los medios de subsistencia
- desregulación de ganado y la generación de carnes.
- Deficiente alumbrado público en las calles y espacios públicos.
- Deterioro y estado de abandono de espacios públicos.
- Conflictos por los recursos derivados del deterioro de los medios de subsistencia Movimientos de remoción de masa.
- Fragmentación de ecosistemas.

De manera global, la variabilidad climática futura, señala una tendencia a registrar disminuciones de precipitación en las zonas centrales donde se ubica la mancha urbana. También podría indicar la aparición de zonas más secas, que exacerben las condiciones de aridez, y, por tanto, conduzcan a un incremento en la presión sobre los recursos hídricos del municipio.

Igualmente, en los escenarios de cambio climático el incremento de temperatura futura estimado a través de los índices de aridez, podría desencadenar mayores disputas por el acceso al agua, y agravar fenómenos de islas de calor o la propagación de vectores como los mosquitos que transmiten el dengue, ambos fenómenos representan un peligro para la salud de la población.

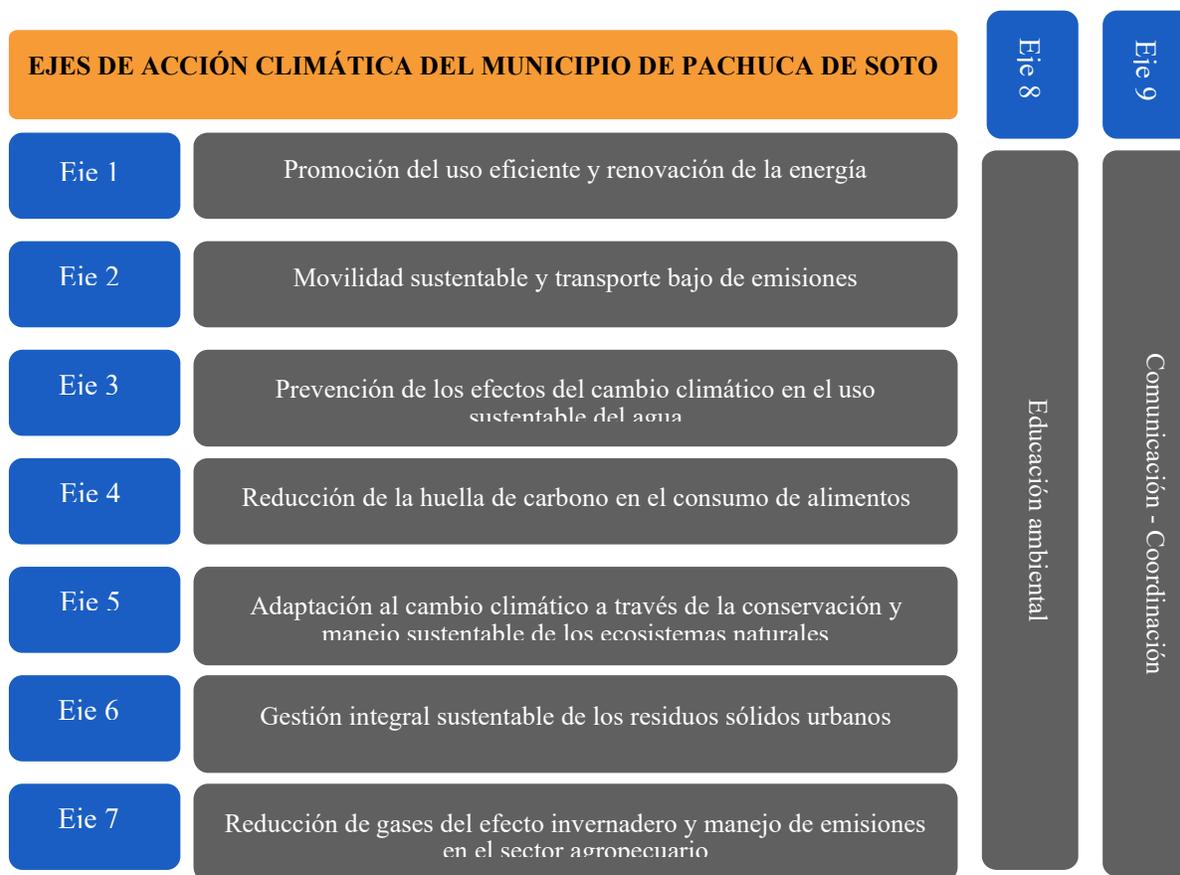
Por otro lado, a pesar de que el municipio presenta bajos índices de vulnerabilidad frente al cambio climático de acuerdo a las condiciones socioeconómicas de la población de Pachuca de Soto, además de ser la capital del estado y por ende la de mayor concentración de recurso federal, subsisten grupos de población en zonas de riesgo ante inundaciones y deslizamiento de tierras, que es necesario atender

En este tenor y cumpliendo con la misión del Plan Municipal de Desarrollo de Pachuca de Soto más reciente que propone:

Hacer de Pachuca una ciudad en donde todas y todos tengamos igualdad de oportunidades de desarrollo y crecimiento; elevar la calidad de vida y la competitividad a través de la instauración de un gobierno honesto e incluyente con una gobernanza corporativa que genere un ambiente de confianza y transparencia necesarios para atraer las inversiones y la integridad en los negocios, contribuyendo así, a un crecimiento económico y social innovador, eficaz, sólido y sostenible que nos permita disfrutar de una ciudad cohesionada y en paz, centrada en las personas, solidaria inclusiva y resiliente (Presidencia municipal de Pachuca de Soto, 2020, pág. 34).

Y a su vez respondiendo a la Fase III del actual programa en donde se visibiliza la necesidad de desarrollar e implementar políticas sostenibles con un proyecto de gobierno con visión prospectiva al año 2030, se desarrollan ejes de acción climática (ver Figura 10) que permitan la adecuada intervención en las áreas de vulnerabilidad, sobre todo en materia ambiental. Los ejes estratégicos aportan al desarrollo de un Programa Municipal del Cambio Climático de Pachuca de Soto que guía sus acciones con base en las contribuciones del inventario GEI. Se identifican siete ejes sectoriales y dos ejes transversales.

Figura 1. Ejes de acción climática del municipio de Pachuca de Soto



Fuente: Elaboración propia.

A partir de los anteriores ejes, se plantea atender los ejes transversales del Plan Municipal de Desarrollo municipio; el tercero de manera específica sostiene:

La innovación y desarrollo sostenible: deberán de ser entendidas como una apuesta del gobierno hacia la transformación, la mejora continua y como un punto de encuentro entre todas las unidades administrativas que conforman la Administración Pública Municipal a fin de mejorar el desempeño en la totalidad de nuestras acciones en la búsqueda de cocreación de valor público. La sociedad requiere de la implementación de mecanismos innovadores que simplifiquen en todo momento la relación entre gobierno y sociedad, es por esto que es ineludible impulsar esquemas de un gobierno digital. Adicionalmente nos enfocaremos a que nuestras acciones estén enmarcadas en los factores del desarrollo sostenible, esto es: una economía productiva; resiliente y circular; un desarrollo social equilibrado e inclusivo, y; un medio ambiente adecuado y armónico (Presidencia municipal de Pachuca de Soto, 2020, pág. 21).

Ahora bien, los ejes de acción deben tener una fundamentación que aparte de ser reflejo de la situación actual, sean parte de los compromisos de sostenibilidad. En este sentido, se presentan las proyecciones de emisiones que den un panorama de dos situaciones: aquella en la que haya una adecuada implementación de acciones y se presenten reducciones de los GEI y, el escenario en donde haya una nula o poca implementación de éstas y con ello se vea un aumento de las emisiones, debido a la necesidad de la población por seguir desarrollando las actividades económicas.

4.9 Proyecciones de emisiones

Teniendo en consideración las emisiones base para el año 2023 del municipio de Pachuca de Soto, se realizaron dos proyecciones que justifican las acciones de intervención, las cuales consideran dos aspectos: el aumento de las emisiones y con la correcta implementación de acciones, la reducción de dichos gases y compuestos.

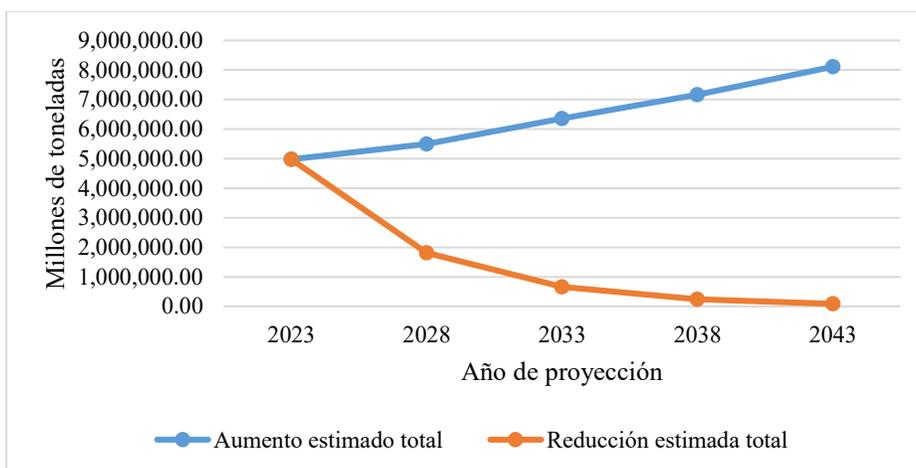
En la Tabla 38 se muestra un resumen de las proyecciones estimadas para dentro de 20 años, que abarcaría el periodo de 2023-2043 (ver Gráfico 30).

Tabla 36. Comparativo de la línea base de emisiones, sin acciones de intervención, para análisis de escenarios del PMCC de Pachuca de Soto, 2023-2043

Proyecciones	Año				
	2023	2028	2033	2038	2043
	<i>t/a CO2 eq</i>				
Aumento estimado total	4,977,848.12	5,494,612.92	6,359,639.21	7,160,317.19	8,109,106.77
*Energías	4,030,125.47	4,448,504.45	5,148,840.09	5,797,078.58	6,565,229.99
*Procesos Industriales y Uso de Productos	339,923.33	375,211.75	434,281.98	488,958.04	553,748.23
*Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierras	572,292.65	631,704.01	731,154.24	823,206.50	932,286.82
*Residuos	35,506.67	39,192.72	45,362.89	51,074.08	57,841.73
Distribución porcentual del aumento estimado al quinquenio anterior		10.38	15.74	12.59	13.25
Reducción estimada total	4,977,848.12	1,812,781.36	660,160.01	240,410.26	87,550.13
*Energías	4,030,125.47	1,467,649.50	534,473.45	194,639.03	70,881.63
*Procesos Industriales y Uso de Productos	339,923.33	123,789.77	45,080.48	16,416.94	5,978.55
*Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierras	572,292.65	208,411.63	75,897.20	27,639.46	10,065.45
*Residuos	35,506.67	12,930.45	4,708.88	1,714.83	624.49
Distribución porcentual de la reducción estimada al quinquenio anterior		36.42	36.42	36.42	36.42

Nota: Las proyecciones de reducción se realizaron al 2 por ciento con la fórmula: $Emisiones\ actuales * (1 - 0.02)^{10}$, las emisiones de aumento se realizaron con una tasa del 2.5 por ciento. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

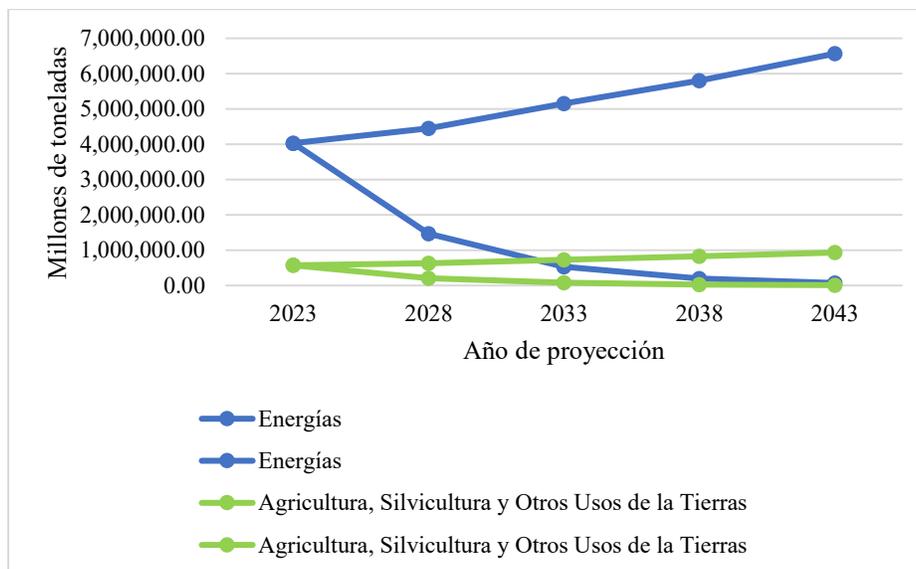
Gráfico 8. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones totales por toneladas de CO₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

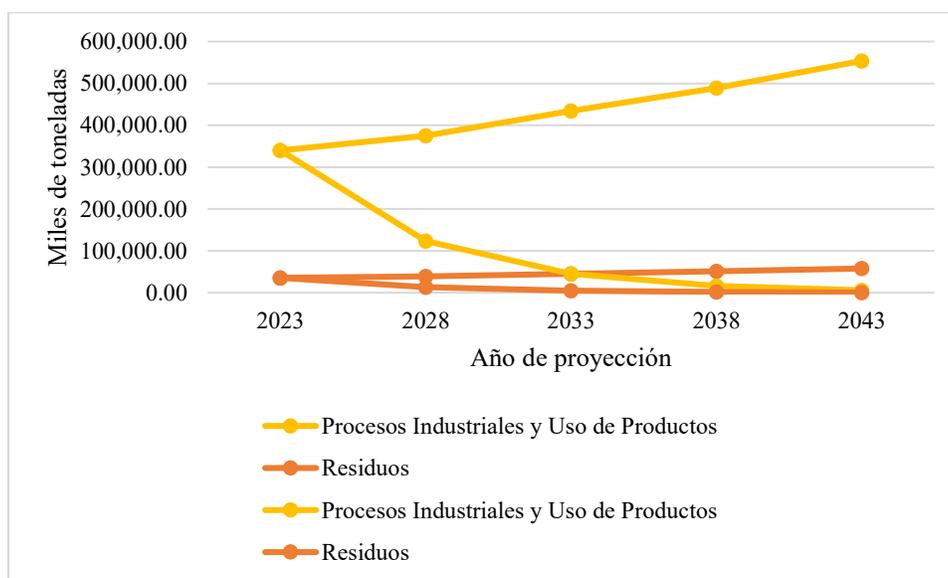
En el Gráfico 30 se observan las proyecciones de veinte años con el total de emisiones de CyGEI, por otro lado, los Gráficos 31 y 32 representan los aumentos y reducciones de los CyGEI en el municipio de Pachuca de Soto por categoría, cabe señalar que se realizó esta división debido a la diferencia en unidades y para mejor apreciación de las proyecciones.

Gráfico 9. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Energía y Agricultura por toneladas de CO₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

Gráfico 10. Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Procesos industriales y Residuos por toneladas de CO₂ eq en Pachuca de Soto 2023-2043



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IMECyGEI, Pachuca de Soto, 2023.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados, es evidente que para este Diagnóstico para la Zona Metropolitana, se puede afirmar lo siguiente:

1. Diagnostico general de la Zona Metropolitana de Pachuca:

1.1. Problemas actuales:

1.1.1. Poca superficie agrícola activa:

La escasez de superficie agrícola en la zona metropolitana de Pachuca donde representa un desafío crítico en términos de desarrollo sostenible, seguridad alimentaria y equilibrio ecológico. A medida que la ciudad como Pachuca se expande, el crecimiento urbano descontrolado consume terrenos agrícolas, relegando la producción de alimentos a zonas cada vez más alejadas como lo son pérdida de suelos fértiles lo que conlleva un impacto ambiental.

1.1.2. Presión urbana sobre suelos agrícolas.

La presión urbana sobre los suelos agrícolas es una problemática creciente en muchas regiones, especialmente en las periferias de las ciudades donde se encuentran los terrenos más fértiles y accesibles. Esta presión se manifiesta a través del crecimiento desordenado de la mancha urbana, la expansión de infraestructuras, fraccionamientos habitacionales, zonas industriales y comerciales, que invaden áreas originalmente destinada a la producción de alimentos.

1.1.3. Contaminación del agua y del aire (zona metropolitana).

La contaminación del agua y del aire en la zona metropolitana de Pachuca representa una de las amenazas más graves para la salud pública, el medio ambiente y la calidad de vida de la población. Este mismo como se realizó en diagnostico en el capítulo 4 concentran una alta densidad de población, industrias, vehículos y actividades económicas que generan grandes volúmenes de

emisiones y residuos. Esta situación se agrava por la falta de infraestructura adecuada, políticas ambientales débiles y un crecimiento urbano desordenado.

1.1.4 Baja rentabilidad de las prácticas agrícolas actuales.

La baja rentabilidad de las prácticas agrícolas actuales representa un desafío significativo para la sostenibilidad del sector agropecuario, especialmente para los pequeños y medianos productores. Este problema afecta no solo la viabilidad económica de las familias campesinas, sino también la seguridad alimentaria, el relevo generacional y el desarrollo rural.

1.1.5. Escasez de agua para riego

La escasez de agua para riego es una de las principales limitaciones para la producción agrícola en muchas regiones del mundo, especialmente en aquellas afectadas por el cambio climático, la sobreexplotación de acuíferos y la mala gestión de los recursos hídricos. Este problema tiene graves implicaciones para la seguridad alimentaria, la economía rural y la sostenibilidad ambiental.

1.1.6 Falta de planificación y políticas públicas integradas

La falta de planificación y de políticas públicas integradas en zonas metropolitanas representa uno de los principales obstáculos para lograr un desarrollo urbano equilibrado, sustentable y justo. Las zonas metropolitanas concentran grandes poblaciones, actividad económica diversa y múltiples municipios con distintos niveles de gobierno, lo que requiere una coordinación efectiva y una visión común a largo plazo. Cuando esta no existe, surgen múltiples problemas que se retroalimentan entre sí:

- Crecimiento urbano desordenado: En ausencia de una planeación metropolitana coherente, las ciudades se expanden sin control, invadiendo suelos agrícolas, reservas naturales o zonas de riesgo, lo que genera asentamientos irregulares, infraestructura deficiente y pérdida de servicios ambientales.
- Falta de coordinación entre municipios: Al no existir una política pública metropolitana unificada, cada municipio toma decisiones de manera

aislada, generando contradicciones normativas, duplicación de esfuerzos y competencia por recursos en lugar de cooperación.

- Desigualdad territorial y social: La mala planificación genera zonas con acceso desigual a servicios básicos como agua, transporte, salud o educación. Esto refuerza la segregación urbana y dificulta la integración social y económica de las comunidades periféricas.
- Colapso de infraestructura y servicios: Sin una visión metropolitana de largo plazo, la infraestructura (vialidades, transporte público, drenaje, etc.) se vuelve insuficiente ante el rápido crecimiento poblacional, provocando saturación, contaminación y pérdida de calidad de vida.
- Problemas ambientales agravados: La falta de políticas coordinadas en materia de residuos, agua, aire y uso de suelo impide una gestión ambiental efectiva, lo que incrementa la contaminación, reduce la resiliencia al cambio climático y deteriora los ecosistemas urbanos.
- Limitada capacidad de gobernanza: La existencia de múltiples actores institucionales sin un marco de cooperación real impide la toma de decisiones eficientes y transparentes, y frena el desarrollo de soluciones integrales para problemas comunes.

2. Objetivo General

Aplicar un modelo de agricultura sostenible adaptado al contexto urbano y periurbano de Pachuca que combine el uso eficiente del agua (residual tratada y pluvial), cultivos de bajo impacto ambiental y alta rentabilidad, prácticas agroecológicas, y alineación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio.

3. Ejes del Plan de Intervención

3.1. Enmienda para corregir la acidez del suelo.

Criterios: La aplicación de cal dolomita ayuda a mantener un pH del suelo equilibrado, lo cual favorece el aumento de la productividad agrícola a largo plazo. No obstante, es fundamental tener en cuenta otros elementos del manejo agronómico, como la influencia de los herbicidas. En suelos con un pH menor a 6.0, la acción de algunos herbicidas tipo triazina puede verse limitada, mientras que en suelos con un pH superior a 7.0, su uso podría provocar efectos adversos.

Calidad de Dolomita y Piedra Caliza:

- Pureza Química: La pureza química de los materiales revocados determinará la cantidad de suelo ácido que se puede neutralizar.
- Velocidad de Reacción: La velocidad en que el material reacciona con el suelo neutralizando la acidez e incrementando el pH es determinado por la fineza del material.
- Contenido de Calcio y Magnesio: Además de corregir la acidez del suelo, la dolomita también aporta magnesio y calcio. El magnesio presente en este material es especialmente valioso cuando los análisis de fertilidad del suelo muestran deficiencia de este nutriente. Aplicar dolomita representa la opción más económica para suministrar magnesio al suelo.

3.2 Selección de Productos Agrícolas Sostenibles

Criterios: Bajo consumo hídrico, alta demanda local, compatibles con agricultura urbana o protegida.

Propuesta de cultivos:

- Plantas versátiles: Maguey, Amaranto.
- Hortalizas de ciclo corto: lechuga, espinaca, acelga, rábanos, zanahoria.
- Plantas aromáticas y medicinales: romero, albahaca, menta, orégano.
- Frutales adaptados: durazno, higo, nopal, guayaba (en áreas periurbanas).
- Hongos comestibles: setas, ostra (en invernadero o espacios urbanos).

Se favorecerá el modelo de agricultura protegida (invernaderos y mallasombra) para mitigar efectos climáticos y optimizar el uso del agua.

3.3. Manejo Sustentable del Agua

3.3.1. Aguas Residuales Tratadas

- Convenio con CONAGUA, CAASIM y SEMARNATH para el uso de aguas tratadas de segundo nivel provenientes del Túnel Emisor Central o plantas locales.
- Tratamiento adicional por filtración y desinfección (biofiltros, ozono, UV) en sitio, según destino del producto (consumo directo vs. procesado).

3.3.2. Captación de Agua de Lluvia

- Instalación de techos captadores en unidades de producción.
- Sistemas de almacenamiento con filtros de primera lluvia, tanques y sistemas de bombeo por gravedad.
- Capacitación para el mantenimiento de sistemas.

3.4. Armonización con el Plan de Ordenamiento Ecológico Local (POEL)

3.4.1. Lineamientos clave del POEL de Pachuca:

Protección de áreas con valor ecológico alto y muy alto.

Uso agrícola preferente en zonas con aptitud moderada a alta para cultivos.

Prevención de expansión urbana desordenada.

3.4.2. Estrategias de alineación:

- Ubicar unidades de producción en zonas de uso compatible: ejidos de El Huixmí, Santiago Tlapacoya y Matilde.
- Establecer barreras verdes productivas como zonas de amortiguamiento entre lo urbano y lo ecológico.
- Fomentar el uso del suelo agrícola como instrumento de conservación ambiental y producción sostenible.

3.5. Educación y Capacitación

- Talleres sobre técnicas de agricultura agroecológica, compostaje, control biológico, fertilizantes naturales.
- Capacitación en tecnologías para captación de agua y tratamiento local.
- Creación de una Escuela de Campo Agroecológica (ECA) para productores urbanos y periurbanos.

3.6. Comercialización y Valor Agregado

- Creación de un mercado local agroecológico en coordinación con el DIF y Ayuntamiento.
- Certificación participativa de productos orgánicos.
- Fomento de cooperativas urbanas de transformación: deshidratado de frutas, aceites esenciales, mermeladas, cosméticos naturales.

4. Cronograma General (3 años)

4.1 Año-Acción Clave

1. Diagnóstico de suelos, identificación de zonas aptas, selección de productores piloto, instalación de sistemas de agua
2. Inicio de producción, capacitación intensiva, evaluación de resultados, fortalecimiento de canales de venta
3. Replicación del modelo en nuevas zonas, integración con políticas públicas y escalamiento regional

5. Indicadores de Éxito

- Hectáreas reconvertidas a agricultura sostenible.
- Volumen de agua tratada y de lluvia utilizada.
- Producción total (toneladas por tipo de cultivo).
- Reducción de agroquímicos (comparativo base).
- Participación comunitaria (número de productores).
- Creación de empleos verdes.
- Rentabilidad neta por unidad de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Vista de Evaluación del crecimiento de la población y transformación del uso de suelo urbano en la Zona Metropolitana de Pachuca, México | Quivera Revista de Estudios Territoriales. (2019). Quivera. Revista de Estudios Territoriales. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/12378/10348>
- Pérez Marcial, C. R. (2018). Expansión de la ciudad en la zona metropolitana de Pachuca: procesos desiguales y sujetos migrantes e inmobiliarios. *Territorios*, (38), 41- 65. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.5577>
- Lezama, J., y Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*, 12(49), 153-176. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es.
- Geografía (INEGI), E. D. N. I. Y. (s. f.). *Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016*. <https://www.inegi.org.mx/programas/amca/2016/>
- SEDATU, CONAPO, INEGI. (2018). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2015*. México: SEDATU, CONAPO, INEGI. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015>
- Panorama sociodemográfico de Hidalgo Censo de Población y Vivienda (2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197865.pdf.
- Martínez, S. (2006). Lo urbano y lo rural, una relación indisociable: importancia del suelo de conservación del Distrito Federal. *Revista Economía Informa*. 339, 34-45. Recuperado de: <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/339/05sergiomartinez.pdf>
- PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO SUSTENTABLE. (2011-2016). Estado de Hidalgo.

http://intranet.ehidalgo.gob.mx/ver/82fd260c-9623-4be1-8f96-236d07525080_pdf

- Geografía(Inegi), E. D. N. I. Y. (s. f.-b). Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/>
- AGENDA TÉCNICA AGRÍCOLA HIDALGO. (2017). https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_agendas/4131_4828_Agenda_T%C3%A9cnica_Hidalgo_2017.pdf
- Periódico Oficial del Estado de Hidalgo – Órgano informativo del Estado Libre y Soberano de Hidalgo. (2023, 27 febrero). <https://periodico.hidalgo.gob.mx/>
- Diario oficial de la federación. (s. f.). <https://sidof.segob.gob.mx/busquedaAvanzada/busqueda>
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. (s. f.). Recuperado 20 de Abril de 2023, de <https://framework-gb.cdn.gob.mx/landing/documentos/PND.pdf>
- Agenda Técnica Agrícola Hidalgo. (2017). https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_agendas/4131_4828_Agenda_T%C3%A9cnica_Hidalgo_2017.pdf
- De Estadística Y, I. N. (s. f.). Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016. <https://www.inegi.org.mx/programas/amca/2016/>
- INVENTARIO DE EMISIONES DEL ESTADO DE HIDALGO. (2016). <https://aireysalud.semarnath.gob.mx/descargas/inventario.pdf>
- UAEH.AgendaAmbiental.Web.(s.f.).<https://agendaambientalzonasmetropolit anashidalgo.com.mx/AgendaAmbiental/subPaginas/subIndex/pag5>
- De Información Agroalimentaria Y Pesquera, S. (s. f.). Producción agrícola. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- UAEH.AgendaAmbiental.Web.(s. f.). <https://agendaambientalzonasmetropolitanashidalgo.com.mx/agenda>
- UAEH.AgendaAmbiental.Web.(s. f.-b). <https://agendaambientalzonasmetropolitanashidalgo.com.mx/AnalisisTerritorial/index-plataforma>

- Agenda Ambiental para Focalizar Acciones de Intervención en las ciudades que componen las Tres Zonas Metropolitanas Del Estado De Hidalgo: Pachuca, Tula Y Tulancingo. <https://agendaambientalzonasmetropolitanashidalgo.com.mx/pageFiles/AAyCS.pdf>.
- CASEMAG. (s. f.). <http://www.caldolomita.com/absorciondemagnesio.html>
- ¿Qué es la CAL DOLOMITA? | Abonos Biormin - Fertilizantes biorgánicos y minerales. (s. f.). Abonos Biormin - Fertilizantes Biorgánicos y Minerales. <https://www.abonosbiormin.com/publicaciones/blogs/que-es-la-cal-dolomita>.
- Hidalgo, MX. (s. f.). iNaturalist Mexico. <https://mexico.inaturalist.org/places/hidalgo-mx>.
- Planificación medioambiental - HPC AG. (2022, 5 enero). HPC AG. <https://hpc.ag/es/consultoria-ambiental/planificacion-medioambiental/>.