



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE  
MÉXICO



**IEECC**  
INSTITUTO ESTATAL DE  
ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO



**Almoloya  
de Juárez**  
Voluntad y Trabajo Firme  
2022 - 2024

# PROGRAMA MUNICIPAL DE ACCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (PROMACC)

## H. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez





## Contenido

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES .....	9
1.1. Directorio .....	9
1.2. Colaboradores .....	10
1.3. Organigrama .....	11
1.4. Mensaje .....	12
1.5. Identificación de dependencias .....	14
CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN .....	16
2.1. Contexto General del Cambio Climático .....	16
2.1.1. Contexto internacional del Cambio Climático .....	16
2.1.2. Contexto nacional del Cambio Climático .....	17
2.1.3. Contexto estatal del Cambio Climático .....	18
2.1.4. Contexto municipal del Cambio Climático .....	18
2.2. Objetivo del PROMACC .....	19
2.3. Alcance del PROMACC .....	20
CAPÍTULO 3. MARCO JURÍDICO .....	21
3.1. Nivel Federal .....	21
3.2. Nivel Estatal .....	22
3.3. Nivel Municipal .....	24
CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO .....	26
4.1. Cambio climático .....	26
4.2. Calentamiento global .....	26
4.3. Gases de Efecto Invernadero .....	26
4.4. Efecto invernadero .....	26
4.5. Vulnerabilidad .....	27
4.6. Mitigación .....	27
4.7. Adaptación .....	27
4.8. Resiliencia .....	28
CAPÍTULO 5: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO .....	29
5.1 Descripción Física .....	29



5.1.1. Localización .....	29
5.1.2. Pendientes .....	30
5.1.3. Hidrología.....	32
5.1.4. Edafología .....	33
5.1.5. Clima.....	35
5.1.7. Calidad del Aire .....	38
5.1.8. Ecosistemas y recursos naturales.....	44
5.1.9. Áreas Naturales Protegidas .....	45
5.1.10. Uso del suelo .....	47
5.2. Descripción Sociodemográfica .....	51
5.2.1 Población .....	51
5.2.2. Actividades económicas .....	55
5.2.3. Educación.....	56
5.2.3. Salud.....	57
5.2.4. Vivienda .....	58
5.2.5. Servicios públicos en la vivienda .....	59
5.2.6. Movilidad .....	59
5.2.7. Industria.....	61
5.2.8. Generación y gestión de residuos .....	63
CAPÍTULO 6. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	65
6.1. Introducción .....	65
6.2. Metodología.....	65
6.3. Cálculo de emisiones por Sector .....	65
6.3.1. Sector energía .....	65
6.3.1.1. Industria de la energía .....	65
6.3.1.2. Industria manufacturera .....	66
6.3.1.3. Transporte .....	67
6.3.1.4. Componente comercial .....	68
6.3.1.5. Componente residencial .....	70
6.3.1.6. Componente agrícola.....	71
6.3.2. Sector AFOLU .....	73
6.3.2.1 Ganadería (3A).....	74



6.3.3. Sector Desechos .....	75
CAPÍTULO 7. VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	85
7.1. Vulnerabilidad al cambio climático en Almoloya de Juárez .....	85
7.1.1. Vulnerabilidad hídrica.....	86
7.1.2. Vulnerabilidad social.....	86
7.1.3. Vulnerabilidad agrícola .....	90
7.1.4. Vulnerabilidad pecuaria .....	93
CAPÍTULO 8. MEDIDAS DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	96
8.1. Medidas de mitigación.....	96
8.2. Estrategias y acciones de mitigación.....	96
8.2.1. Mitigación en el sector AFOLU .....	96
8.2.1.1. Mitigación en ganadería.....	98
8.2.2. Mitigación en el sector Residuos .....	99
8.2.2.1. Mitigación en Incineración y Quema a Cielo Abierto de Residuos.....	100
8.2.2.2. Mitigación en Tratamiento y descarga de Aguas Residuales Municipales .....	101
8.2.2.3. Mitigación en Eliminación de Residuos Sólidos.....	102
8.2.3. Mitigación en el sector Energía .....	103
8.2.3.1 Mitigación en Industria manufacturera.....	103
8.2.3.2. Mitigación en Transporte .....	104
8.2.4. Mitigación en Otros Sectores .....	105
8.3. Jerarquización de las Medidas de Mitigación en el Municipio .....	106
CAPÍTULO 9. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	108
9.1. Medidas de adaptación .....	108
9.2. Estrategias y acciones de adaptación .....	109
CAPÍTULO 10. ANEXOS .....	112



## Índice de Tablas

Tabla 1. Dependencias para solicitar información de inventarios.....	14
Tabla 2. Acuerdos a nivel internacional en pro del cambio climático .....	16
Tabla 3. Instrumentos nacionales para combatir el cambio climático .....	17
Tabla 4. Instrumentos estatales para afrontar el cambio climático .....	18
Tabla 5. Instrumentos que ayudan al Municipio .....	19
Tabla 6. Unidades Edafológicas en Almoloya de Juárez .....	34
Tabla 7. Efectos ambientales por heladas .....	37
Tabla 8. Estaciones climatológicas en Almoloya de Juárez.....	37
Tabla 9. Total de precipitaciones en Almoloya de Juárez (2020-2023) .....	38
Tabla 10. Áreas Naturales Protegidas dentro de Almoloya de Juárez.....	45
Tabla 11. Subzonas del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca.....	45
Tabla 12. Uso actual del suelo en el Municipio de Almoloya de Juárez. ....	47
Tabla 13. Localidades rurales, Almoloya de Juárez (2020) .....	53
Tabla 14. Población ocupada según actividad económica.....	55
Tabla 15. Unidades Económicas en Almoloya de Juárez .....	56
Tabla 16. Infraestructura para la educación en Almoloya de Juárez, 2021 .....	56
Tabla 17. Instituciones de salud según tipo de establecimiento en Almoloya de Juárez.....	57
Tabla 18. Espacios para atención médica en Almoloya de Juárez .....	57
Tabla 19. Infraestructura para servicios públicos en la vivienda 2020 .....	59
Tabla 20. Parque vehicular en Almoloya de Juárez (zona centro) .....	60
Tabla 21. Parque vehicular en Almoloya de Juárez (zona norte).....	61
Tabla 22. Parque vehicular existente en el Municipio de Almoloya de Juárez (zona sur noreste) .....	61
Tabla 23. Padrón de Gasolineras, Gaseras y ladrilleras en Almoloya de Juárez. ....	62
Tabla 24. Consumo de Combustible por año.....	66
Tabla 25. Cálculo de emisiones con base al tipo de gas .....	66
Tabla 26. Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> .....	66
Tabla 27. Cálculo de emisiones con base al tipo de gas. ....	67
Tabla 28. Datos de actividad y consumo de combustible.....	68
Tabla 29. Cálculo de las Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año].....	68
Tabla 30. Tipos de combustibles empleados en los comercios. ....	69
Tabla 31. Cálculo de emisiones con base al tipo de gas .....	69
Tabla 32. Total de emisiones del sector comercial en CO <sub>2</sub> eq.....	69
Tabla 33. Consumo de combustible en TJ/año con base a los tipos de combustible empleados .....	70
Tabla 34. Emisiones de GEI, según el tipo de combustible .....	70
Tabla 35. Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año].....	70
Tabla 36. Consumo de combustible en TJ/año con base a los tipos de combustible empleados .....	71
Tabla 37. Emisiones de GEI, según el tipo de combustible .....	71
Tabla 38. Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año].....	71
Tabla 39. Emisiones anuales de GEI.....	72
Tabla 40. Emisiones totales sector AFOLU.....	75

Tabla 41. Categorías del Sector Residuos, comparación de la terminología IPCC y la Nacional. ....	75
Tabla 42. Emisiones en el Sector Residuos .....	77
Tabla 43. Emisiones por quema a cielo abierto .....	79
Tabla 44. Emisiones según el tipo de gas.....	79
Tabla 45. Estimación de <i>CH4</i> y <i>N2O</i> en valores de gigagramos de <i>CO2</i> equivalente.....	82
Tabla 46. Emisiones para RSU y Quema a Cielo Abierto.....	82
Tabla 47. Emisiones de GEI en Almoloya de Juárez año base 2020-2023 .....	84
Tabla 48. Jerarquización de las medidas de mitigación.....	107
Tabla 49. Amenazas y sectores que se ven afectados por el cambio climático en Almoloya de Juárez. .	108
Tabla 50. Estrategias de adaptación al cambio climático .....	109

### Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama para el desarrollo del PROMACC.....	11
Figura 2. Definición de vulnerabilidad .....	27
Figura 3. Partículas menores a 10 micras (2020-2022).....	39
Figura 4. Partículas menores a 2.5 micras (2020-2022).....	40
Figura 5. Dióxido de Azufre (2020-2022) .....	41
Figura 6. Dióxido de Nitrógeno (2020-2022) .....	42
Figura 7. Ozono (2020-2022) .....	43
Figura 8. Monóxido de Carbono (2020-2022).....	44
Figura 9. Población total en Almoloya de Juárez, 2020 .....	52
Figura 10. Localidades Urbanas en Almoloya de Juárez, 2020 .....	53
Figura 11. Viviendas habitadas en Almoloya de Juárez .....	59
Figura 12. Esquema de producción de metano en rumiantes.....	74
Figura 13. Comparación de emisiones de los municipios del EdoMéx que cuentan con PROMACC. ....	78
Figura 14. Residuos generados durante la fiesta patronal, San Miguel Almoloyán 2023 .....	78
Figura 15. Quema a Cielo Abierto en Almoloya de Juárez.....	79
Figura 16. Emisiones finales para cada subcategoría del sector residuos .....	83

### Índice de Mapas

Mapa 1. Localización de Almoloya de Juárez.....	30
Mapa 2. Clasificación de pendientes en Almoloya de Juárez .....	32
Mapa 3. Hidrología de Almoloya de Juárez. ....	33
Mapa 4. Edafología de Almoloya de Juárez .....	35
Mapa 5. Climas en Almoloya de Juárez .....	36
Mapa 6. Uso de Suelo y Vegetación en Almoloya de Juárez .....	48
Mapa 7. Vulnerabilidad Social en Almoloya de Juárez .....	87
Mapa 8. Vulnerabilidad social urbana con temperaturas máximas .....	88



Mapa 9. Vulnerabilidad social urbana a inundaciones .....	89
Mapa 10. Pronóstico de la vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media en Almoloya de Juárez .....	91
Mapa 11. Pronóstico de la vulnerabilidad agrícola y social a causa de las precipitaciones medias en Almoloya de Juárez. ....	92
Mapa 12. Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media e inundaciones .....	93
Mapa 13. Vulnerabilidad pecuaria por precipitaciones con inundaciones.....	94
Mapa 14. Vulnerabilidad pecuaria respecto a precipitaciones acompañadas con tormentas eléctricas ..	95



## CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

### 1.1. Directorio

**Lic. Óscar Sánchez García**

Presidente Municipal Constitucional de Almoloya de Juárez 2022-2024

**Dra. Frida Stefania Silva Trejo**

Directora de Medio Ambiente

**Ing. Luis David Moreno Rojas**

Director de Desarrollo Urbano

**Lic. María del Carmen Malvaez Sánchez**

Directora de Desarrollo Económico

**Lic. Lugardo Reyes Mercado**

Director de Servicios Públicos

**Ing. Alejandro Verduzco Murillo**

Director General de OPDAPAJ

**Ing. Norma Angélica Gutiérrez Aguilar**

Directora del Campo

**Dr. José Stelio López Montes**

Director de Salud

**C. Juan Luis Gómez Radilla**

Director de Movilidad y Transporte



## 1.2. Colaboradores

Ing. en T. A. Fátima Shaylim Miranda González

Lic. en C. A. Jennifer Cortés Velázquez

C. Karina Colín Bastida

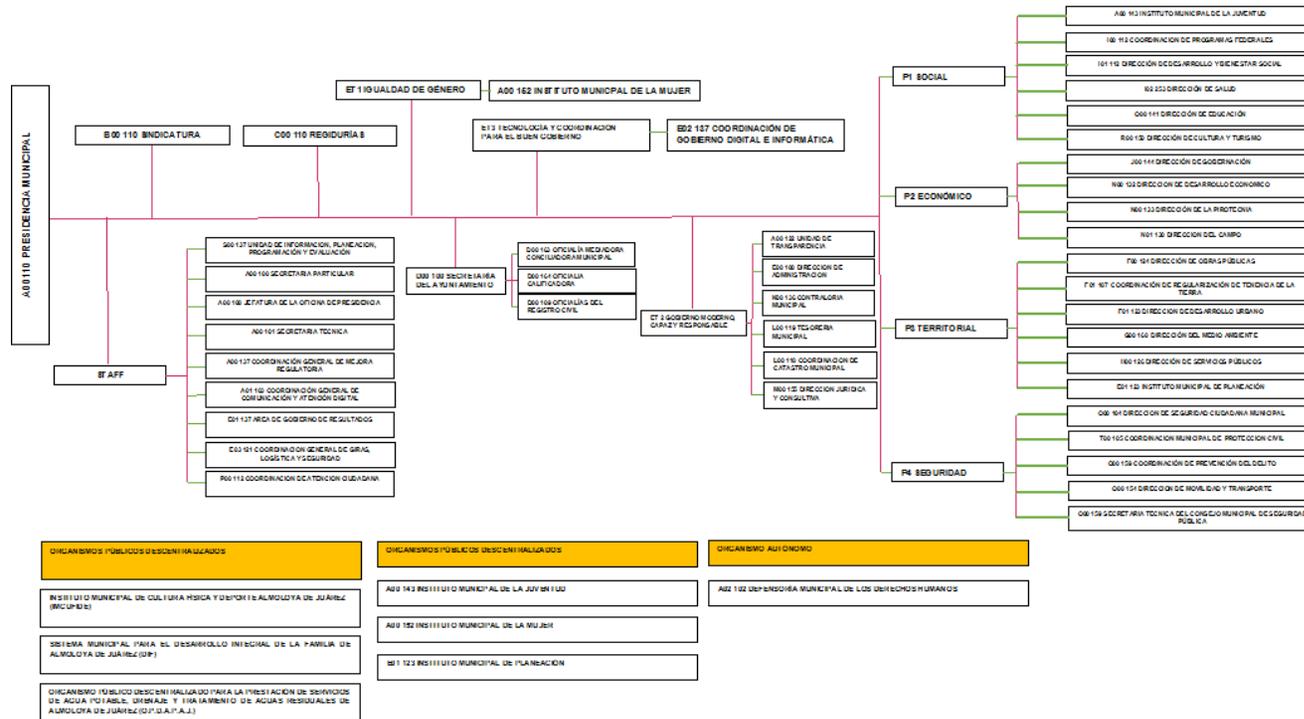
C. Montserrat Segura Gallardo

C. Larissa Itzel García Hernández

C. Flor María Orozco Salmerón

### 1.3. Organigrama

Figura 1. Organigrama para el desarrollo del PROMACC



Fuente. Dirección de Medio Ambiente (2023).



#### 1.4. Mensaje



Estimados ciudadanos:

El ejercicio del gobierno y la administración pública son extraordinarias oportunidades para transformar la realidad municipal; si se trabaja por alcanzar estas oportunidades, se fortalece el compromiso de hacer las cosas correctas en beneficio de nuestra población. El vínculo con la tierra que nos vio nacer y con el ambiente que nos rodea, incrementa el deseo de construir mejores opciones para todos, en el entendido que es aquí donde están arraigadas nuestras familias, nuestros trabajos, nuestra cultura y, sobre todo, el orgullo que implica pertenecer a un pueblo de gran tradición histórica.

Aspiramos a construir un municipio hacia el desarrollo de estrategias innovadoras para la administración pública para transitar hacia un gobierno con compromisos ambientales sólidos, basados en el respeto y cuidado de los recursos naturales que beneficie a las y los almoloyajuarenses a tener un medioambiente sano.

Para lograrlo, concebimos un gobierno cercano a la gente, ocupado en generar sinergia con la ciudadanía y trabajar de la mano. De hecho, hoy nos conformamos ya como un espacio de diálogo permanente con la población; trabajamos todos los días por ser una administración responsable en materia ambiental, que entregue resultados dirigidos a mejorar la calidad de vida de nuestros habitantes.

El Programa Municipal de Acción ante el Cambio Climático que hoy tienen en sus manos, es producto de un importante esfuerzo metodológico que sintetiza las aspiraciones y expectativas de los almoloyajuarenses en el tema ambiental y cuidado de nuestro entorno; en su contenido se integra una amplia participación social, así como las propuestas que, desde una visión ciudadana, constituyen ahora las estrategias y líneas de adaptación y mitigación al Cambio Climático.



El Cambio Climático es una de las mayores problemáticas ambientales de hoy en día, requiere de acciones prioritarias para su adaptación y mitigación. Es compromiso de este gobierno dejar un legado para nuestra población satisfaciendo nuestras necesidades ambientales presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Es por eso por lo que este instrumento de política pública sumará los esfuerzos del gobierno local y nacional para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

**Lic. Óscar Sánchez García**  
**Presidente Municipal Constitucional de Almoloya de Juárez**

## 1.5. Identificación de dependencias

**Tabla 1. Dependencias para solicitar información de inventarios**

SECTOR	DEPENDENCIA	INFORMACIÓN SOLICITADA
Energía	Dirección General de Prevención y de la Contaminación Atmosférica, de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.	Información de las Cédulas de Operación Integral de Competencia Estatal que se localizan en el Municipio de Almoloya de Juárez
	Dirección de Movilidad.	Número de vehículos en el Municipio.
	Dirección de Desarrollo Urbano.	Número de taxis registrados en el Municipio.
	Distribuidores de gasolina en el Municipio de Almoloya de Juárez.	Total de litros vendidos de gasolina (magna, premium) y diésel.
	Dirección de Desarrollo Económico y Turismo.	Cantidad de gas y carbón utilizado en los comercios involucrados con dicho uso.
	Dirección de Desarrollo Agropecuario.	Consumo estimado de combustible gas LP y diésel.
Procesos Industriales	No aplica para el Municipio.	No aplica para el Municipio.
AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros usos de la tierra)	Dirección de Desarrollo Agropecuario.	Número de cabezas de conejos, equinos y cantidad de fertilizante Urea.
	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.	Número de cabezas de conejos, equinos y cantidad de fertilizante Urea.
	Protección Civil.	Extensión de tierra cultivo, producción agrícola y cantidad de carbonato de calcio.
	Distribuidores de fertilizante en el Municipio.	Cantidad de toneladas vendidas de fertilizante Urea.
Residuos	Coordinación de Agua, Drenaje y Alcantarillado del Municipio de Almoloya de Juárez.	Plantas municipales de Potabilización y Tratamiento de Aguas Residuales en Operación.
	Coordinación de Limpia	Sitios no controlados.

Fuente. Dirección de Medio Ambiente (2023).

De acuerdo con la página oficial del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC), el Programa Municipal de Acción al Cambio Climático (PROMACC) se plantea como un instrumento de política pública sustentable, con acciones relacionadas en materia de Cambio Climático, conformado a partir de los antecedentes que muestran una temática encaminada a conocer las bases que pueden soportar dicha iniciativa para la elaboración de este documento; posteriormente, establecer las principales características sociales, económicas y ambientales en el Municipio y pasar al fundamento jurídico como parte de las obligaciones en el Ayuntamiento.

La siguiente pauta son las herramientas de planeación urbana, salud, seguridad alimentaria, entre otros, que contextualizan la información útil, así como las limitaciones que pueden estar presentes y sean parte de la mejora que se pueda implementar; con ello, se da paso al inventario de Emisiones de Gases y Compuestos Efecto Invernadero (GyCEI), identificando que como contaminantes a nivel local, provocan alteraciones al clima, tales como: lluvia ácida, largos temporales de estiaje y época de lluvias abundantes o escasas, situaciones que ponen en riesgo la calidad de vida de los habitantes; al conocer las fuentes y las cantidades, mismo que fue elaborado a través de cuatro sectores (energía; industria; agricultura,



silvicultura y uso del suelo; manejo de residuos), se dará paso a la toma de medidas para su disminución parcial.

Se tiene el propósito de alcanzar la meta de reducir dichas emisiones para lograr un equilibrio en el medio ambiente, aunado a esto, se dan a conocer tres etapas clave para las propuestas de implementación: Mitigación, Vulnerabilidad y Adaptación, que van interconectados para fincar las líneas de acción hacia el actuar de las autoridades municipales y de los ciudadanos en una forma de corresponsabilidad, para resolver los problemas de: agricultura, ecosistemas forestales, asentamientos humanos, salud humana y otros que se deriven a corto, mediano y largo plazo.

En virtud de lo anterior, la Dirección de Medio Ambiente elabora y actualiza los programas de mitigación y acciones para disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), además de las medidas encaminadas a que el Municipio pueda hacer frente al inminente Cambio Climático.

Este documento representa el conjunto de esfuerzos de las distintas áreas del H. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez que, de manera sinérgica y unida, trabajaron para el proceso de elaboración de este programa.

## CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Contexto General del Cambio Climático

#### 2.1.1. Contexto internacional del Cambio Climático

Desde 1850-1900 hasta 2006-2015, la temperatura media del aire en la superficie terrestre aumentó en 1.53 °C (muy probablemente en un rango de 1.38 °C a 1.68 °C), mientras que la temperatura media global en superficie aumentó en 0.87 °C (probablemente en un rango de 0.75 °C a 0.99 °C). El cambio climático, incluidos los aumentos en la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos, ha afectado negativamente a la seguridad alimentaria y a los ecosistemas terrestres, además de contribuir a la desertificación y a la degradación de las tierras en muchas regiones.

Las actividades relativas a la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) representaron alrededor del 13% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el 44% de las de metano (CH<sub>4</sub>) y el 81% de las de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) procedentes de las actividades humanas a nivel mundial durante 2007-2016, lo que representa el 23 % (12 +/- 2.9 GtCO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup>) del total de emisiones antropogénicas netas de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para reducir las emisiones de GEI, a nivel mundial han surgido diversos acuerdos entre diferentes países para implementar medidas que ayuden a mitigar el Cambio Climático, los cuales se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Acuerdos a nivel internacional en pro del cambio climático**

Acuerdo o convenio	Características
Convenio de Viena para la Protección a la Capa de Ozono	Se firmó en la Conferencia de Viena de 1985 y entró en vigor en 1988 y tiene por objetivo promover las observaciones sistemáticas, investigaciones e intercambio de información sobre el impacto de las actividades humanas en la capa de ozono y adoptar medidas en contra de actividades que puedan producir efectos adversos en la capa de ozono.
Protocolo de Montreal	Adoptado el 16 de septiembre de 1987, entró en vigor el 1° de enero de 1989, su objetivo es proteger la capa de ozono mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas.
Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)	Organismo internacional creado en 1988 encargado de evaluar la información científica en materia de cambio climático y de sus potenciales impactos ambientales y socioeconómicos.
La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)	Creada en 1992, es el organismo de la ONU encargado de establecer las bases para la acción internacional conjunta en cuanto a mitigación y adaptación al cambio climático.
La Conferencia de las Partes (COP)	Órgano político supremo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que cuenta con 197 Estados Partes, que se reúnen una vez al año, llevando a cabo conferencias mundiales en las que participan expertos técnicos y se adoptan decisiones para alcanzar los objetivos de lucha contra el cambio climático. La primera reunión de la COP se celebró en Berlín, Alemania, en marzo de 1995.
Protocolo de Kyoto	Adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, pero entró en vigor hasta 2005, fue creado para reducir las emisiones de GEI que causan el calentamiento global. Es un instrumento para poner en práctica lo acordado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
Acuerdo de París	Fue adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. Su objetivo es limitar el calentamiento mundial a muy por debajo de 2°C, preferiblemente a 1.5 °C, en comparación con los niveles preindustriales.

Fuente: Elaboración propia, Dirección de Medio Ambiente (2024).

### 2.1.2. Contexto nacional del Cambio Climático

Por diversos factores como la ubicación geográfica, orografía, topografía, condiciones de pobreza, fragmentación ecológica del territorio y deterioro ambiental nuestro país es vulnerable al cambio climático, lo que pone en riesgo a la población humana y ecosistemas naturales.

En los últimos 50 años, las temperaturas promedio en el país han aumentado aproximadamente 0.85°C por arriba de la normal climatológica, lo que corresponde con el incremento global reportado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Se espera que entre 2015 y 2039 el promedio de la temperatura anual aumente entre 1.5°C y 2°C en el norte del territorio (México ante el cambio climático, 2021).

México contribuye con el 1.68 % de las emisiones de GEI, (excluyendo el cambio de uso de suelo y silvicultura), posicionándolo en uno de los principales emisores del mundo. Las principales fuentes de emisiones en nuestro país son: las emisiones producidas por el transporte o fuentes móviles (26.2 %), la generación de electricidad (19 %), las emisiones de la industria (17.3 %) (Política climática nacional, s.f).

En este sentido, a nivel nacional se crearon diferentes instrumentos con la finalidad de fortalecer al país en sus compromisos internacionales respecto a la disminución de las emisiones de GEI (Tabla 3).

**Tabla 3. Instrumentos nacionales para combatir el cambio climático**

Instrumentos/Organizaciones	Características
Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)	Instrumento principal que rige la política nacional para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono en el mediano y largo plazo.
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Instrumento legal con el que cuenta México para enfrentar el cambio climático. Tiene como objetivo regular, fomentar y posibilitar la instrumentación de acciones de adaptación y mitigación para tomar acción ante el cambio climático.
Estrategia Nacional de Cambio Climático	Instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.
Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC)	Es un instrumento clave de implementación de acciones para enfrentar el impacto negativo del cambio climático.
Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC)	Pretende llevar a cabo acciones sobre mitigación y adaptación al cambio climático promoviendo la concurrencia y congruencia entre los programas, acciones e inversiones de los tres órdenes de gobierno.
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)	Creado a partir de la Ley General de Cambio Climático, es un organismo de investigación que genera e integra investigación técnica y científica en materia de ecología y cambio climático (mitigación y adaptación), para apoyar la toma de decisiones.
Programa Nacional de Investigación en Cambio Climático (PINCC)	Su objetivo es promover la investigación en cambio climático con un enfoque multidisciplinario e integral, la generación de conocimiento útil para la toma de decisiones, así como el involucramiento del gobierno y la sociedad en la ciencia de este fenómeno.
Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático	Analiza problemáticas relacionadas con el clima, muestra la vulnerabilidad territorial considerando las condiciones climáticas actuales y los escenarios futuros; identifica las regiones o sectores vulnerables para contribuir a una estrategia de diseño, focalización e implementación de procesos de adaptación, y su correspondiente monitoreo y evaluación.
Comisión Intersecretarial de Cambio Climático	Tiene como objeto identificar oportunidades, facilitar, promover, difundir, evaluar y, en su caso, aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de GEI en el país.
Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).	Son planes de acción climática que cada país, como firmante del Acuerdo de París, donde se compromete a realizar acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y adaptarse a los impactos del cambio climático.

Fuente: Elaboración propia, Dirección de Medio Ambiente (2024).

### 2.1.3. Contexto estatal del Cambio Climático

De acuerdo con el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC), a partir de 2020 se tuvo un incremento en las temperaturas que oscilaron entre los 0.8 y 1.2° C, de continuar con esta tendencia para el 2050 se espera un aumento anual que podría ir de 1 y 2°C, y para el año 2080 se podría registrar el aumento máximo en las temperaturas anuales (entre 2 y 4°C), una disminución en las precipitaciones y frentes fríos, afectando las condiciones de salud, agricultura, economía y seguridad alimentaria.

A continuación, en la Tabla 4 se presentan algunos instrumentos de política climática que contribuyen con la entidad mexiquense para reforzar sus acciones a favor de la mitigación de los efectos del cambio climático.

**Tabla 4. Instrumentos estatales para afrontar el cambio climático**

Instrumentos/Programas	Características
Estrategia Estatal de Cambio Climático	Serie de políticas públicas, programas y proyectos que tienen la finalidad de prevenir y controlar las emisiones de GEI, identificar las actividades y sectores que generan mayor impacto ambiental y así establecer medidas correctivas, identificar las zonas más vulnerables e implementar líneas de acción.
Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC)	Su objetivo es elaborar estudios técnicos de investigación y divulgación científica que permitan apoyar en el diseño de políticas públicas sustentables con acciones estratégicas en el combate al cambio climático.
Ley de Cambio Climático del Estado de México	Establece las disposiciones para la adaptación al cambio climático y la mitigación de las emisiones de GEI y se aplicará según la Ley General de Cambio Climático.
Fondo Estatal de Cambio Climático	Captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales, para apoyar la implementación de acciones para enfrentar el cambio climático.
Inventario Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero	Instrumento que contiene la estimación de las emisiones de GEI generados por las fuentes de competencia federal, estatal y municipal, así como la absorción por los sumideros, que se ubican dentro del territorio del Estado de México.
Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC).	Su objetivo es promover el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar al cambio climático, mediante el desarrollo de investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático, eficiencia energética y energías renovables, en el ámbito de competencia Estatal.
Atlas de Riesgos de Cambio Climático del Estado de México	Atlas digital que permite identificar las zonas en las que la población es vulnerable a eventos climáticos (inundaciones o sequías) y que pudieran afectar sus actividades económicas (agricultura y ganadería).

Fuente: Elaboración propia, Dirección de Medio Ambiente (2024).

### 2.1.4. Contexto municipal del Cambio Climático

Almoloya de Juárez y otros municipios mexiquenses están expuestos a las consecuencias del cambio climático en la época actual y en los años futuros, por lo que las autoridades municipales deben llevar a cabo las medidas pertinentes para enfrentar este fenómeno (Tabla 5).



**Tabla 5. Instrumentos que ayudan al Municipio**

Instrumentos	Características
<b>Ley de Cambio Climático del Estado de México</b>	Esta ley en su artículo 8° menciona que es responsabilidad de los Ayuntamientos cumplir con las atribuciones siguientes: I. Formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de cambio climático, en concordancia con la política nacional y estatal; II. Formular y expedir el PROMACC, así como vigilar y evaluar su cumplimiento; VIII. Promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución y vigilancia de las políticas del cambio climático y de los PROMACC; XVII. Incorporar en su PROMACC los resultados de las evaluaciones y recomendaciones de la Secretaría.
<b>Bando Municipal 2024</b>	En el artículo 325 se indica que corresponde al ayuntamiento dictar las medidas para prevenir y controlar la contaminación del ambiente causada por fuentes móviles o fijas dentro del territorio municipal y el artículo 350 dicta que, para mitigar la contaminación atmosférica producida por vehículos automotores, establecimientos comerciales y particulares, el ayuntamiento podrá celebrar convenios de colaboración con las diversas dependencias de Gobierno del Estado de México para su regulación.
<b>Reglamento interno de la Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez</b>	El artículo 11, en la fracción XVII hace mención que el Director de Medio Ambiente tiene la atribución de elaborar e implementar los instrumentos de la política pública que incluyen estrategias para la protección y conservación del entorno natural, la gestión de residuos, la mitigación del cambio climático y la promoción de prácticas sostenibles en materia ambiental municipal.

Fuente: Elaboración propia, Dirección de Medio Ambiente (2024).

## 2.2. Objetivo del PROMACC

El objetivo de un Programa Municipal de Acción ante el Cambio Climático (PROMACC) es elaborar estudios técnicos de investigación y divulgación científica que permitan apoyar en el diseño de políticas públicas sustentables con acciones estratégicas en el combate al Cambio Climático (IEECC, S.F.).

El presente PROMACC ha sido realizado con la finalidad de crear estrategias de mitigación y adaptación al Cambio Climático para la población; del mismo modo, dentro del documento se abordan las emisiones de gases de efecto invernadero de los años 2022-2023 con el propósito de concientizar a la población respecto a las emisiones generadas y los posibles impactos que estas podrían tener, como olas de calor, sequías, disminución de cosechas, pérdida de ganado, disminución de cuerpos de agua y eventos climáticos extremos, de acuerdo con la ubicación geográfica del Municipio.

Aunado a ello, se cuenta con la siguiente información de la población amoloyajuarenses y los respectivos beneficios ambientales y sociales:

Población beneficiada: 174,587 (INEGI, 2020).

### Beneficios ambientales:

- Mitigación parcial de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el sector energía, residuos y agrícola.
- Mejoramiento de la calidad del aire en el Municipio.
- Estrategias para el cuidado de los cuerpos de agua (ojos de agua, manantiales) del municipio.



### Beneficios sociales:

- Identificar los sectores que más contribuyen con las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Concientizar a la población sobre las acciones a implementar para reducir los efectos del Cambio Climático.
- Contribuir a la disminución de pérdidas humanas y materiales en la población y la infraestructura pública mediante la emisión oportuna de alertas y avisos confiables sobre la presencia de fenómenos hidrometeorológicos y sus efectos.
- Interpretar la vulnerabilidad conformada por condiciones físicas, sociales y económicas, que inciden en la posibilidad de afectación de las personas, por sistemas sociales y naturales, por la ocurrencia derivada de actividades humanas según características propias, y de su relación con su exposición, sensibilidad y resiliencia.
- Conocer la calidad del agua para consumo potable, agrícola y recreativo, en la población cercana al manantial.
- Conocimiento y aprendizaje sobre el uso de energías renovables.
- Ahorro energético y económico.
- Mayor conocimiento sobre innovaciones tecnológicas.
- Creación e implementación de medidas que contribuyan a la sustentabilidad.
- Educación ambiental.

### 2.3. Alcance del PROMACC

Los PROMACC varían dependiendo de los factores que inciden directamente en el comportamiento físico-biótico y social de un municipio, tales como extensión territorial, recursos disponibles y actividades primarias y secundarias de la población.

#### ▪ Mitigación

En términos de mitigación, el programa puede incluir medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en sectores clave como el transporte, la energía, la industria, la agricultura y la gestión de residuos. Esto puede implicar la promoción de prácticas de eficiencia energética, la adopción de fuentes de energía renovable, la mejora del transporte público, la implementación de políticas de uso del suelo sostenibles y la gestión adecuada de residuos sólidos y orgánicos (Open AI, 2024).

#### ▪ Adaptación

El programa se centrará en fortalecer la resiliencia del municipio ante los impactos del cambio climático, como el aumento de las temperaturas, la intensificación de fenómenos meteorológicos extremos y el aumento del nivel del mar. Esto puede implicar la mejora de la infraestructura urbana, la protección de ecosistemas naturales, la implementación de sistemas de alerta temprana, la promoción de prácticas de construcción sostenible y la elaboración de planes de gestión del agua (Open AI, 2024).



## CAPÍTULO 3. MARCO JURÍDICO

El PROMACC pretende generar políticas públicas sobre mitigación y adaptación al cambio climático, por lo que debe estar correctamente sustentado y respaldado bajo un contexto legal de disposiciones jurídicas nacionales, estatales y municipales.

### 3.1. Nivel Federal

#### a) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Última Reforma 22-03-2024)

En el Artículo 4° se establece que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Por otro lado, el Artículo 73 dicta la expedición de leyes por parte del Congreso para propiciar la concurrencia de los tres niveles de gobierno, en materia de protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

#### b) Ley de Planeación (Última Reforma 08-05-2023)

En el artículo 2° de esta ley se menciona que la planeación es un medio para el eficaz desempeño del Estado sobre el desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible del país. Y el artículo 3° señala que se entiende por planeación nacional de desarrollo la ordenación racional y sistemática de acciones en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano.

#### c) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Última Reforma 01-04-2024)

Esta Ley en el Artículo 2°, fracción V se menciona que la formulación y la ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático se consideran de utilidad pública, por lo que en el Artículo 5° otorga esta facultad al Estado. También en el Artículo 41 se indica que los tres niveles de gobierno fomentarán la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación y promoverán el desarrollo de programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación. Propicia el aprovechamiento racional de los recursos y proteger los ecosistemas, determinar la vulnerabilidad, así como las medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático.

#### d) Ley General de Cambio Climático (Última Reforma 01-04-2024)

El Artículo 2° de esta ley se plantea garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. El artículo 5° indica que la federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables y por último, el artículo 9° menciona que se confiere al Municipio la formulación, conducción y evaluación de la política municipal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional y estatal; así como la formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático.



#### **e) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Última Reforma 08-05-2023)**

En el artículo 1° de esta Ley se indica que sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; asimismo plantea los lineamientos destinados a prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.

#### **f) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Última Reforma 01-04-2024)**

El artículo 2° propone conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir al desarrollo social, económico y ambiental del país, mediante el manejo integral y sustentable de los recursos forestales; promover el desarrollo de bienes y servicios ambientales; proteger, conservar y aumentar la biodiversidad de los ecosistemas forestales a través del manejo integral del territorio; promover la organización, capacidad operativa, integralidad, transversalidad y profesionalización de las instituciones públicas de la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, para el desarrollo forestal sustentable.

#### **g) Ley de Transición Energética (Última Reforma 24-12-2015)**

El objetivo de esta ley se dicta en el artículo 1°, el cual es: regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes en la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.

#### **h) Ley General de Protección Civil (Última Reforma 21-12-2023)**

El artículo 4° hace referencia a que las políticas públicas en materia de protección civil se ceñirán al Plan Nacional de Desarrollo y al Programa Nacional de Protección Civil, identificando para ello el conocimiento y la adaptación al cambio climático, y en general a las consecuencias y efectos del calentamiento global provocados por el ser humano, la aplicación de las tecnologías y la atención prioritaria para la población vulnerable.

#### **g) Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Última Reforma 20-06-2018)**

El artículo 1° se indica que es una ley reglamentaria de la Fracción XX del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden público y están dirigidas a: promover el desarrollo rural sustentable del país y propiciar un medio ambiente adecuado.

### **3.2. Nivel Estatal**

#### **a) Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México (Última Reforma 05-04-2024)**

En el artículo 18 se señala que le corresponde al Estado procurar el desarrollo integral de los pueblos y personas enfocándose en un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, cuidando la integridad de los ecosistemas, fomentando un justo equilibrio de los factores sociales y económicos, protección a la naturaleza, al mejoramiento del ambiente, al aprovechamiento racional de los recursos naturales, a las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.



### **b) Ley Orgánica Municipal del Estado de México (Última Reforma 05-04-2024)**

El artículo 31 (fracción XXIII), hace referencia que son atribuciones de los ayuntamientos preservar, conservar y restaurar el medio ambiente; así como generar las acciones necesarias a fin de crear, rescatar, restaurar y vigilar las áreas verdes que permitan mejorar la calidad de vida y convivencia social de los habitantes del municipio, establecidos como espacios públicos de conservación ambiental; asimismo, elaborar y ejecutar su programa anual de reforestación, forestación, restauración de suelos y conservación de bienes y servicios ambientales dentro de su territorio

### **c) Código para la Biodiversidad del Estado de México (Última Reforma 05-04-2024)**

En el artículo 2.9 corresponden a las autoridades municipales del Estado en el ámbito de su competencia:

- I. Formular, conducir y evaluar la política ambiental municipal según los criterios formulados por la Federación y el Gobierno del Estado;
- IV. V. Aplicar las disposiciones jurídicas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como giros comerciales o de servicios, por fuentes fijas de origen natural y móviles no de competencia federal o estatal;
- V. Aplicar las disposiciones jurídicas sobre prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y lumínicas, olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el medio ambiente provenientes de fuentes fijas que funcionen como giros comerciales o de servicios, así como la vigilancia del cumplimiento de las normas técnicas estatales. Aplicar las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas con la participación de las autoridades estatales en los términos de este código;
- VII. Aplicar, en coordinación con el Gobierno del Estado las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, domésticos e industriales que no estén considerados como peligrosos;
- XIII. Vigilar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de emisión máxima de contaminantes a la atmósfera por los giros menores y las fuentes móviles mediante el establecimiento y operación de sistemas de verificación;
- XVI. Aplicar las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como giros comerciales, industriales o de servicios;
- XVII. Establecer medidas para retirar los vehículos automotores que rebasen los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes a la atmósfera, según el Reglamento, las normas técnicas estatales y las normas oficiales mexicanas aplicables;
- XXIII. Establecer las medidas para hacer efectiva la prohibición de emisiones contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles y resulten perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, salvo en las zonas o en los casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal o estatal.

### **d) Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México (Última Reforma 03-06-2015)**

El artículo 247 indica que: La Secretaría, en coordinación con los municipios del Estado de México, deberá llevar un inventario de emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales en cuerpos receptores de jurisdicción estatal y municipal o que se filtren al subsuelo, materiales y residuos de su competencia. Por



otro lado, el artículo 313 señala que la Secretaría promoverá en los municipios del Estado de México: Las medidas para evitar el depósito o la quema de residuos sólidos en bienes de uso común, caminos, carreteras, vía pública, lotes baldíos, así como en cuerpos y corrientes de agua, la red de drenaje y alcantarillado; la implementación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos municipales y domésticos.

#### **e) Ley de Cambio Climático del Estado de México (Última Reforma 19-12-2014)**

El artículo 1° hace referencia a que esta Ley es de orden público e interés social y es de observancia general en todo el Estado de México, con el objetivo de establecer las disposiciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. El artículo 8° indica que corresponde a los Ayuntamientos el ejercicio de las atribuciones siguientes: I. Formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de cambio climático, en concordancia con la política nacional y estatal; II. Formular y expedir el PROMACC, así como vigilar y evaluar su cumplimiento; VIII. Promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución y vigilancia de las políticas del cambio climático y de los PROMACC; XVII. Incorporar en su PROMACC los resultados de las evaluaciones y recomendaciones de la Secretaría.

#### **f) Reglamento de la Ley de Cambio Climático del Estado de México (Última Reforma 05-04-2024)**

Que regula la orientación y mitigación de las políticas de Cambio Climático, además, establece las fuentes y la periodicidad con que deberán reportar el registro por sector, subsector o actividad, los gases de efecto invernadero y los umbrales a partir de los cuales se encuentran sujetos a reporte, las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas, y el sistema de monitoreo, reporte y verificación correspondiente.

#### **g) Periódico Oficial Gaceta de Gobierno (25 de noviembre del año 2022)**

La H. "LXI" Legislatura del Estado Libre y Soberano de México, emitió en el periódico oficial Gaceta de Gobierno un atento y respetuoso exhorto al Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC), para que brinde asesoría a los municipios faltantes de su Programa Municipal de Cambio Climático (PROMACC) para que los 125 municipios cumplan con lo dispuesto en la fracción II del artículo 8 de la Ley de Cambio Climático del Estado de México.

### **3.3. Nivel Municipal**

#### **a) Bando Municipal de Almoloya de Juárez 2024.**

En el Título Noveno: De la protección, conservación y restauración del medio ambiente, sostenibilidad y gestión de los recursos naturales, que en términos de política pública permite regular las acciones que desde el ámbito municipal se refiere.

#### **b) Reglamento de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente (14-12-2023)**

En el artículo 3 menciona que, la Dirección de Medio Ambiente promueve, orienta y regula la sostenibilidad ambiental en el Municipio, a través de la promoción de buenas prácticas ambientales de



todos los sectores para la mitigación del impacto al medio ambiente, la gestión y planeación ambiental para la recuperación, protección y conservación de bienes y servicios ambientales, así como el desarrollo del territorio. El artículo 4 indica que, la Dirección de Medio Ambiente deberá conducir sus acciones en forma programada y con base en lo establecido en la Ley Orgánica Municipal del Estado de México, el Plan de Desarrollo Municipal, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Código de Biodiversidad, y los programas que de éste se deriven, el presupuesto autorizado por el Ayuntamiento y las demás disposiciones legales aplicables en la materia, así como los acuerdos emitidos por el Presidente y el Ayuntamiento, para el logro de sus objetivos y funciones. Su actividad se conducirá bajo los criterios de eficiencia, racionalidad y disciplina presupuestal, debiendo formular sus proyectos de presupuesto anual y calendario de gasto, con base en la normatividad vigente.



## CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Cambio climático

Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. Puede deberse a procesos internos naturales o forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo (IEECC, 2023).

### 4.2. Calentamiento global

El calentamiento global ocurre cuando el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y otros contaminantes del aire se acumulan en la atmósfera y absorben la luz y la radiación solar que rebota en la superficie de la tierra. Normalmente, esta radiación escaparía al espacio, pero estos contaminantes, que pueden durar años o siglos en la atmósfera, atrapan el calor y hacen que el planeta se caliente. Estos contaminantes que atrapan el calor, específicamente el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el vapor de agua y los gases fluorados sintéticos, se conocen como gases de efecto invernadero (MacMillan, 2021).

### 4.3. Gases de Efecto Invernadero

Según la World Wildlife Fund (2018), son aquellos gases acomodados en el ambiente terrestre que absorben la radiación infrarroja del sol y que, con ello, retienen y aumentan la temperatura de la atmósfera.

Los principales Gases de Efecto Invernadero son el Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ), producido gracias a diferentes fuentes, como la respiración de los seres vivos, la destrucción y fermentación de sustancias orgánicas y la combustión de fósiles con composición carbónica; el Vapor de Agua, obtenido de la evaporación de las fuentes hídricas como océanos, ríos, lagos, entre otros; el Óxido Nitroso ( $N_2O$ ), adquirido desde los fertilizantes agrícolas, el estiércol de los seres vivos o las quemadas de combustibles; el Metano ( $CH_4$ ), emanado de la descomposición de la materia orgánica, y el Ozono ( $O_3$ ), producido por el encuentro de la radiación ultravioleta y el oxígeno (World Wildlife Fund, 2018).

### 4.4. Efecto invernadero

El Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (2023), menciona que él es el efecto radiactivo infrarrojo de todos los componentes de la atmósfera que se absorben en el infrarrojo. Los gases de efecto invernadero y las nubes y, en menor medida, los aerosoles, absorben la radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra y por cualquier punto de la atmósfera. Esas sustancias emiten radiación infrarroja en todas las direcciones, pero, a igualdad de condiciones, la cantidad neta de energía emitida al espacio es generalmente menor de la que se habría emitido en ausencia de estos absorbedores debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y el consiguiente debilitamiento de la emisión.

Una mayor concentración de gases de efecto invernadero aumenta la magnitud de este efecto y la diferencia generalmente se denomina efecto invernadero intensificado. La modificación de la concentración de los gases de efecto invernadero debida a emisiones antropogénicas contribuye a un aumento de la temperatura en la superficie y en la troposfera inducido por un forzamiento radiactivo instantáneo en respuesta a ese forzamiento, que gradualmente restablece el balance radiactivo en la parte superior de la atmósfera (IEECC, 2023).

#### 4.5. Vulnerabilidad

Es la incapacidad del sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos (LGCC). La vulnerabilidad se define por medio de la siguiente función (INECC, 2018), como se muestra en la Figura 2:

$$\text{Vulnerabilidad} = F(\text{Exposición}, \text{Sensibilidad}, \text{Capacidad Adaptativa})$$



**Figura 2. Definición de vulnerabilidad**

Fuente: ANVCC

#### 4.6. Mitigación

Mitigación es la reducción de emisiones o aumento de sumideros de Gases de Efecto Invernadero, que se logra como resultado de una acción a nivel nacional, regional o local y que puede ser realizada por el sector público o privado (México ante el cambio climático, 2021).

La Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático integra y actualiza el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, y coordina y promueve junto con otras dependencias, entidades e instituciones la investigación científica y tecnológica para un desarrollo competitivo, sostenible y bajo en carbono (INECC, 2017).

#### 4.7. Adaptación

La adaptación es una estrategia complementaria para gestionar y reducir los impactos del cambio climático, se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Las soluciones de adaptación adoptan muchas formas y modalidades, dependiendo del contexto único de una comunidad, empresa, organización, país o región. El éxito de la adaptación depende de los gobiernos y de la participación y sostenida de las partes interesadas, incluidas organizaciones nacionales, regionales, multilaterales e internacionales, sectores público y privado, la sociedad civil y otras partes interesadas pertinentes, y de la gestión eficaz de los conocimientos. Las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Acuerdo de París reconocen que la adaptación es un desafío



mundial al que se enfrentan todos los que tienen dimensiones locales, subnacionales, nacionales, regionales e internacionales (UNFCCC, S.F).

#### 4.8. Resiliencia

La resiliencia climática se trata no solo de hacer frente a los impactos del cambio climático, sino también de evitar que esos impactos empeoren. Una sociedad resiliente al clima tendría bajas emisiones de carbono y estaría equipada para lidiar con las realidades de un mundo. La única forma de lograr la resiliencia climática es mediante la reducción de emisiones que atrapan el calor e impulsan el cambio climático, y esto debe adaptarse a los cambios inevitables.

La única forma de lograr la resiliencia climática es reduciendo emisiones que atrapan el calor e impulsan el cambio climático, y esto debe adaptarse a los cambios inevitables (Unión de Científicos Conscientes, 2022).



## CAPÍTULO 5: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO

### 5.1 Descripción Física

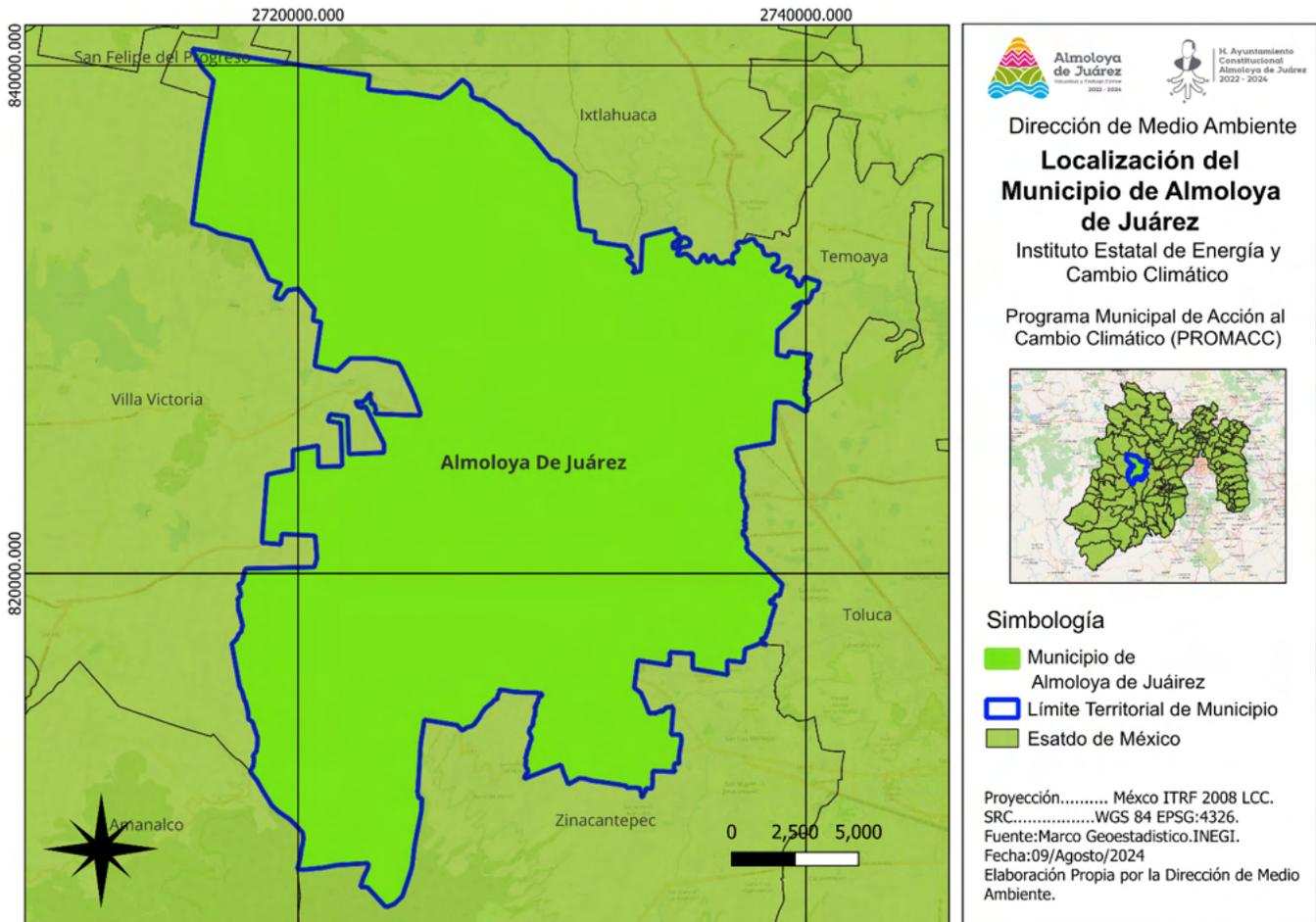
#### 5.1.1. Localización

Almoloya de Juárez es uno de los 125 municipios en que se divide el Estado de México, se localiza en el Valle de Toluca y su cabecera es la Villa de Almoloya de Juárez. Sus límites político-administrativos son los siguientes: al norte, con los municipios de Ixtlahuaca y San Felipe del Progreso; al Sur, con el municipio de Zinacantepec; al oriente, con los municipios de Temoaya y Toluca; y al poniente, con los municipios de Villa Victoria y Amanalco de Becerra (Mapa 1).

Comprende una superficie de 485.21 km<sup>2</sup>, representando el 7.52% de la superficie estatal, su territorio presenta un desnivel en alturas que va desde los 2,538 y los 2,900 metros sobre el nivel del mar (msnm). Sus elevaciones más importantes se localizan en la Sierra de Ocoyotepec al norte del municipio, y la Sierra del Nevado de Toluca, al suroeste. La cabecera municipal presenta alturas que varían de 2,550 a 2,600 m.s.n.m.

Tiene como referencias geográficas latitud norte 19° 14' 20", latitud sur 19° 33' 01", longitud este 99° 42' 07" y longitud oeste 99° 56' 13".

Mapa 1. Localización de Almoloya de Juárez



Fuente: Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

### 5.1.2. Pendientes

Las pendientes sirven para determinar el grado de inclinación de un terreno y es uno de los parámetros que junto con otros factores como: el tipo de suelo, precipitación, elevación, disponibilidad de agua, nos permite saber con mayor precisión el uso potencial del suelo del Municipio, las pendientes dentro del Almoloya de Juárez varían de los 2,550 a los 2,850 metros sobre el nivel del mar (Mapa 2), aproximadamente, identificándose en las localidades más representativas de la siguiente manera:

- La Cabecera Municipal, presenta alturas que varían de 2,550 a 2,600 m.s.n.m. Se ubican, pendientes moderadas de 15%, sin embargo, no limitan el desarrollo urbano de usos habitacionales.
- San Mateo Tlalchichilpan, con una altura de 2,700 m.s.n.m. Presenta pendientes moderadas que no limitan el desarrollo urbano.
- San Antonio Ocoyotepec, presenta alturas de 2,700 m.s.n.m., siendo la zona más baja del municipio. En este lugar está la Presa Ignacio Ramírez. Hacia esta zona se ubican escurrimientos naturales que limitan el desarrollo urbano.

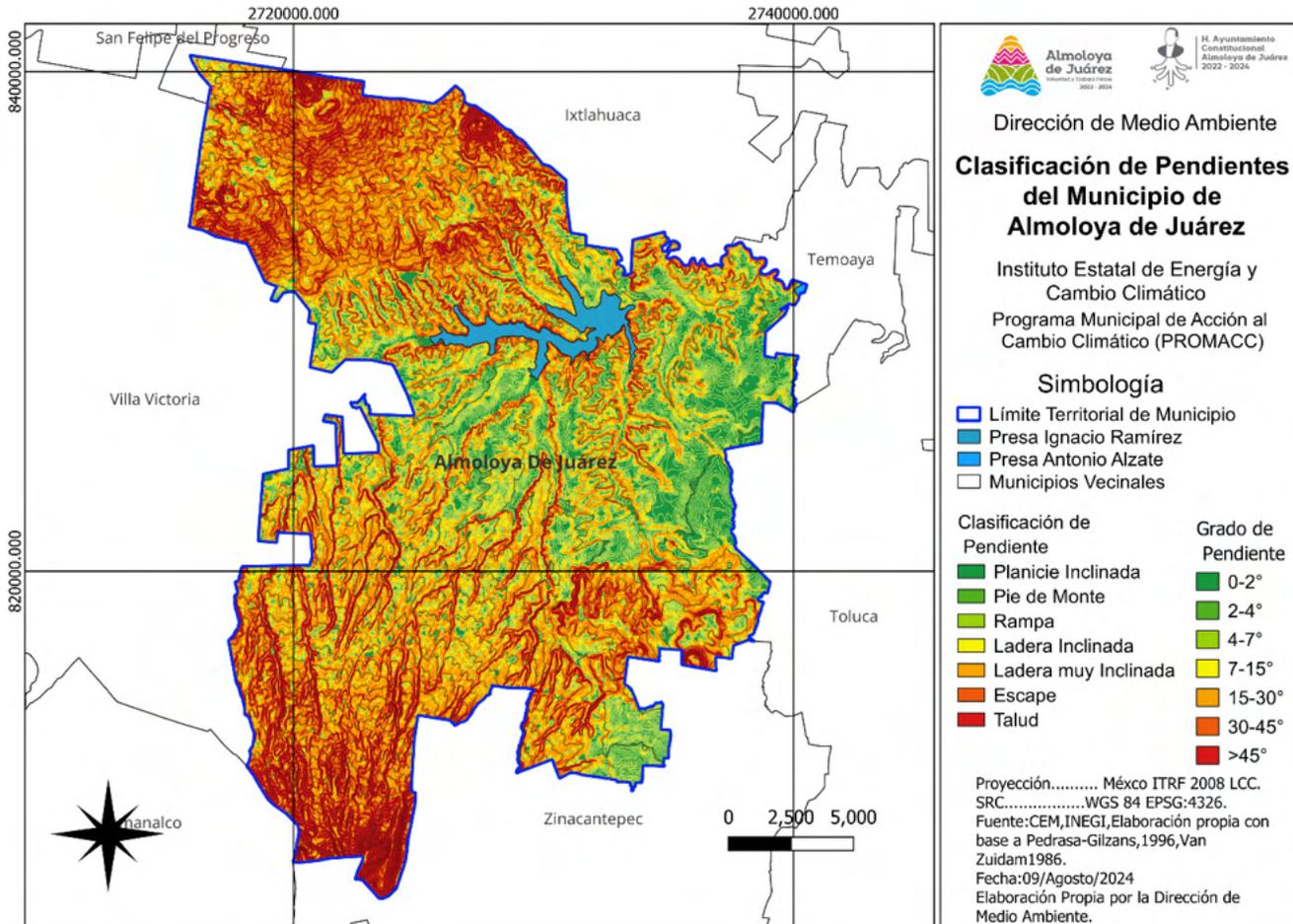


- San Miguel Almoloyan, la mayoría de su territorio va de los 2,700 a 2,750 m.s.n.m. No presenta condicionantes al desarrollo urbano por tipo de pendiente.
- San Lorenzo Cuauhtenco, con una altura de 2,600 m.s.n.m. La superficie presenta pequeñas ondulaciones, sin embargo, no presenta restricciones para el desarrollo urbano.
- San Francisco Tlalcilcalpan, con una altura de 2,750 m.s.n.m. Se ubican pendientes moderadas que van de 5% en las zonas bajas y 15% en la zona más alta, no presenta restricciones al desarrollo urbano.
- Yebuciví, con alturas que van de los 2,800 a 2,850 m.s.n.m. Al ser la zona más elevada del municipio, con las pendientes más pronunciadas, el desarrollo urbano se ve restringido.

#### **Características del terreno según el grado de inclinación:**

- <2°: En estas pendientes se concentran en aquellas zonas propensas a inundaciones y en consecuencia, no son urbanizables.
- 2°- 5°: Son pendientes ligeramente inclinadas, pueden llegar a afectar laderas especialmente por erosión hídrica en sectores desprovistos de vegetación.
- 5°- 30°: Son zonas urbanizables, pero se debe tener cuidado pues son pendientes moderadamente inclinadas y puede haber la existencia de laderas que generen movimientos en masa de diferentes clases y baja velocidad, especialmente soliflujión.
- >30°: Estas zonas no son urbanizables, pues cuentan con pendientes muy pronunciadas, los terrenos por lo regular están llenos de rocas y cuentan con fuertes desniveles que dificultan el acceso.

Mapa 2. Clasificación de pendientes en Almoloya de Juárez



Fuente: Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

### 5.1.3. Hidrología

Almoloya de Juárez forma parte de la Región Hidrológica Lerma-Santiago (RH-12). También se ubica en la cuenca Lerma-Toluca y en la cuenca Cutzamala, así mismo se localizan las subcuencas Río Gavia (86.4%), Río Otzolotepec-Atlacomulco (6.21%), Río Tilostoc (5.53%) y finalmente Río Tejalpa (2.22%).

El Municipio es acreedor a 51 escurrimientos naturales, sobresaliendo el Río Almoloya puesto que recorre aproximadamente 11 km dentro del territorio municipal, como se muestra en el Mapa 3.

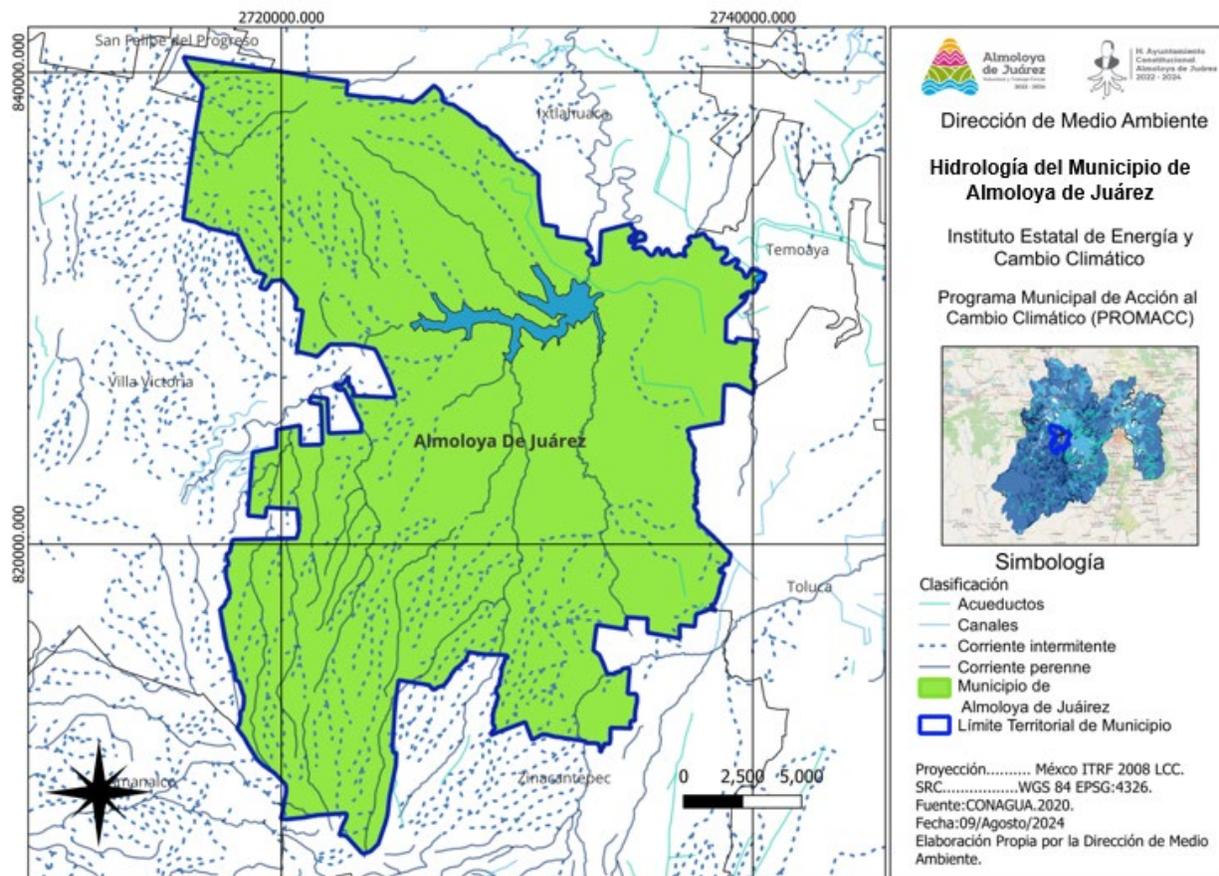
Las corrientes de agua de tipo perennes son: San Ángel, Lerma, Almoloya, La Pila, San Cayetano, La Gavia, El Salto, San Diego, Los Capullos, San Agustín, El Rosario, Agua Chiquita, Xati, Oyamel, La Alcantarilla, La Venta, Los Cuervos, San Pedro, Palmillas, Zarco y La Cascada, mientras que las corrientes intermitentes son: La Guajolota, El Salitre, Mina México, Los Tejocotes, San José, San Javier, San Cristóbal, Nigue, Santiaguito, Castola, San Nicolás, Seco, Guadarrama, Hojas Anchas y La Barranca.

Por otra parte, los cuerpos de agua perennes que se encuentran en Almoloya de Juárez son: José Antonio Álzate, Ignacio Ramírez, Laguna El Rancho Grande, Bordo Grande, Benito Juárez y San Cristóbal, y los intermitentes son: Limber y San Ignacio.

La “Presa Ignacio Ramírez”, es el cuerpo de agua más representativo del Municipio ubicado cerca de las comunidades: Loma del Salitre, Cieneguillas de Mañones, Salitre de Mañones, Loma la Tinaja y Barrio del Carmen. Este cuerpo de agua hoy en día presenta problemas de contaminación causados por desechos urbanos, por lo que sus aguas son aprovechadas para riego de las zonas agrícolas.

En el municipio hay muchos cuerpos de agua, pero la mayoría de estos están contaminados y no cuentan con instalaciones o mecanismos para su potabilización, lo que impide aprovechar este recurso para el consumo humano; y de ahí la importancia de contar con un instrumento como este que permita aprovechar el suelo sustentable desde el punto de vista ambiental.

**Mapa 3. Hidrología de Almoloya de Juárez.**



Fuente: Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

#### 5.1.4. Edafología

La Edafología es la ciencia que estudia la composición y las características de los suelos (Tabla 6), así como la relación que guardan con los elementos de su entorno, el estudio de la edafología resulta útil para

optimizar los recursos agrícolas, preservar la flora y fauna local y garantizar la calidad y sostenibilidad del suelo (Mapa 4).

**Tabla 6. Unidades Edafológicas en Almoloya de Juárez**

Unidad Edafológica	Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Vertisol (V)	266.62	54.94
Feozem (H)	102.24	21.07
Andosol (T)	65.77	13.55
Planosol (W)	30.36	6.25
Luvisol (L)	15.15	3.12
Acrisol (AC)	5.37	1.10
<b>Total</b>	<b>485.21</b>	<b>100</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente (2024).

**Vertisol (V).** Suelos de más de 25 cm de profundidad, contienen más de 30 % de arcillas, y se mezclan constantemente por procesos de expansión y contracción provocando grietas profundas, de uso común el agrícola. (Torres Guerrero, 2016). Estos suelos predominan en la parte centro, norte, sureste y noreste, ocupando una superficie de 266.62km<sup>2</sup>.

**Feozem (H).** Este suelo en Almoloya de Juárez se ubica en el sur y noroeste del municipio, abarcando las regiones 1, 5, 6 y 8, con una superficie de 102.24 km<sup>2</sup>. Estos suelos se forman sobre material no consolidado. Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, lo que les confiere un alto potencial agrícola (SEMARNAT, 2016).

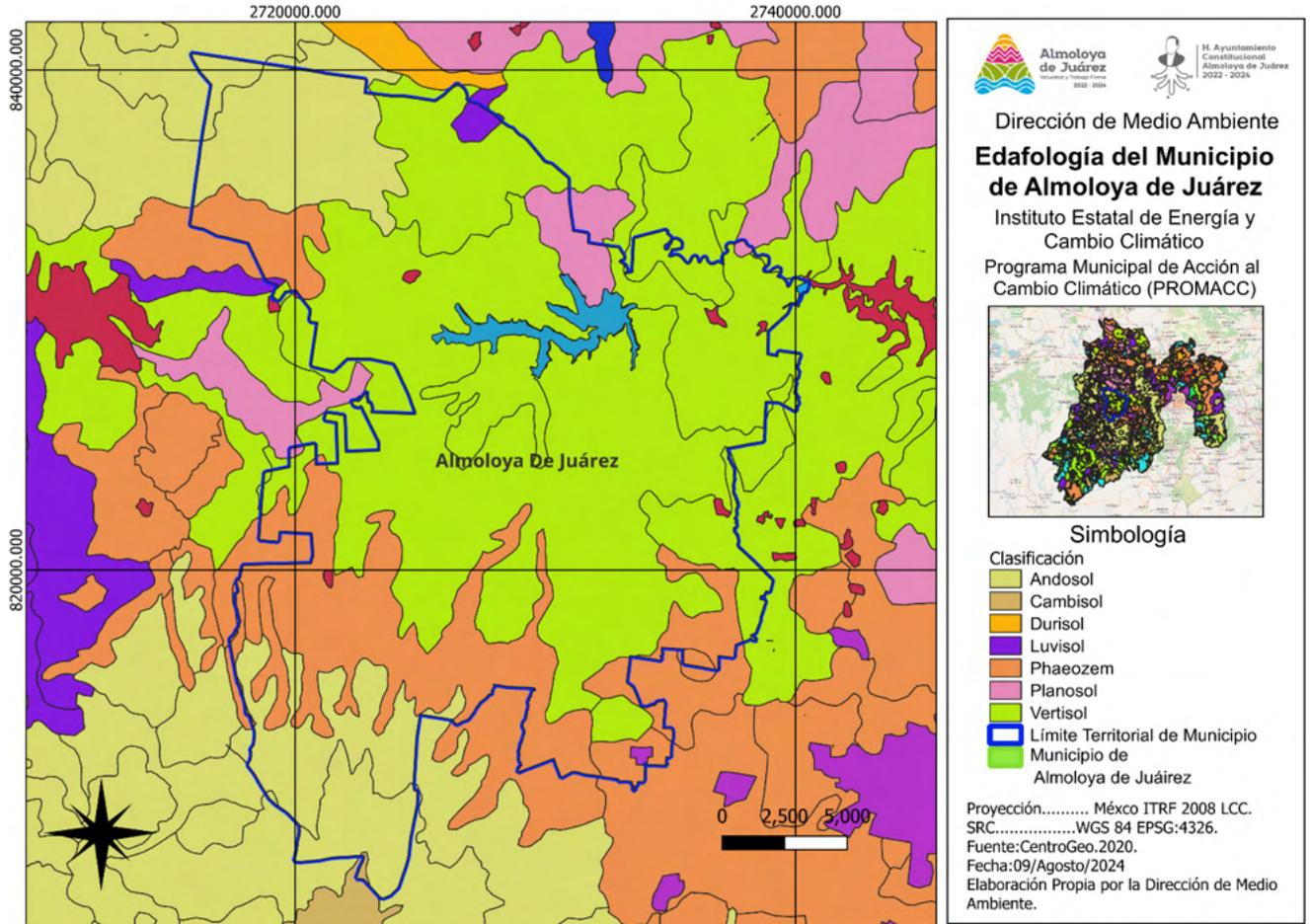
**Andosol (T).** Son fértiles y tienen potencial agrícola, permitiendo variedad de cultivos, como la caña de azúcar, tabaco, papa, té, vegetales, trigo y arroz, entre otros. Tienen alta capacidad de retención de humedad y enraizamiento, también se les puede dar un uso pecuario especialmente ovino, el uso más favorable para su conservación es el forestal (AIDA, 2016). Dentro del municipio se encuentran en la mayor parte del territorio, ocupando un área de 65.77 km<sup>2</sup>.

**Planosol (W).** Lo constituyen depósitos aluviales o coluviales arcillosos, se asocian a terrenos llanos, estacionales o periódicamente inundados, de regiones templadas, semiáridas y subhúmedas con vegetación de bosque o pradera (Pineda, 2020). Estos suelos ocupan una superficie de 30.36 km<sup>2</sup> y se localizan en la parte norte del municipio.

**Luvisol (L).** Se desarrollan sobre todo sobre varios materiales no consolidados, predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de clima templados fríos o cálidos (Museo Virtual de Suelos, 2021). En Almoloya de Juárez este tipo de suelo se ubica en una pequeña zona de la parte norte del municipio, ocupando una superficie de 15.15 km<sup>2</sup>.

**Acrisol (AC).** Dentro del municipio ocupan una menor superficie de 5.37 km<sup>2</sup> localizado al noroeste, es un suelo con un horizonte árgico, subsuperficial, con alto contenido de arcilla y una textura franco-arenosa o muy fina y un grado de saturación menor del 50%, dispone de una concentración relativamente pobre de carbono orgánico en los 100 cm superficiales (FAO, 2020).

Mapa 4. Edafología de Almoloya de Juárez



Fuente: Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

### 5.1.5. Clima

En Almoloya de Juárez se identifican dos tipos de clima: clima semifrío con temperatura media anual entre 12 ° y 18 ° C, con humedad media, cociente P/T entre 43.2 y 55.0 y el clima templado, el cual es característico de regiones montañosas de intensas lluvias en verano, este clima es el que más predomina en el Municipio (Mapa 5).

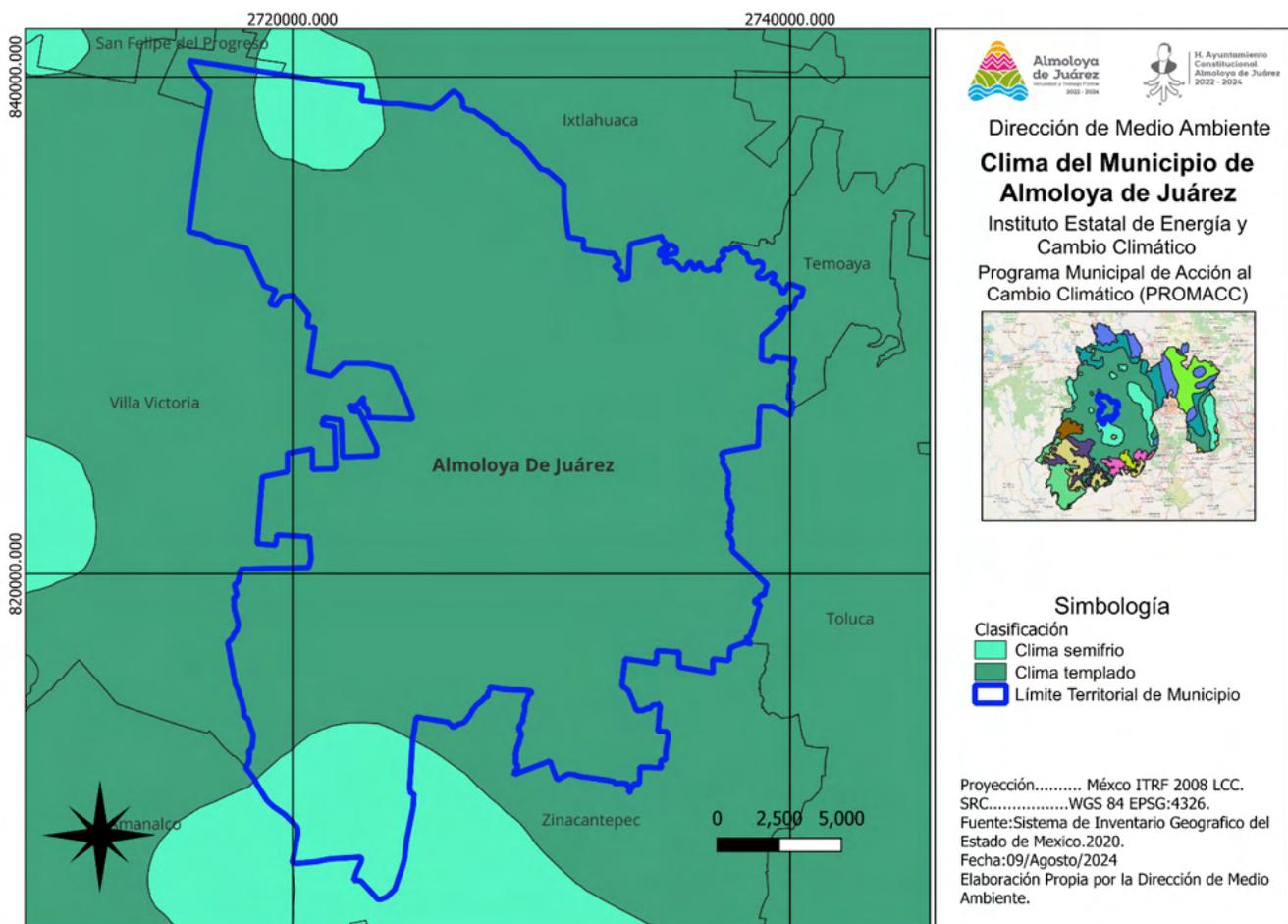
**Semifrío:** Esta clasificación se caracteriza por tener temperaturas moderadas y una marcada diferencia estacional entre verano e invierno. Durante el verano, las temperaturas suelen ser cálidas o templadas, pero no extremadamente calurosas, mientras que en invierno las temperaturas pueden descender por debajo de cero, con la posibilidad de heladas, puede variar en términos de precipitación, desde áreas relativamente secas hasta zonas con precipitación moderada a abundante.

**Templado:** Esta clasificación tiene temperaturas más cálidas todo el año, con inviernos más suaves y veranos menos calurosos, las estaciones pueden ser más suaves y menos extremas que el clima semifrío, donde las estaciones pueden ser más marcadas y con cambios más notables en la temperatura.

Con base a un estudio realizado entre los años de 1970 al 2023 la temperatura de Almoloya de Juárez tiene una temporada templada con una duración aproximada de 2.3 meses, del 26 de marzo al 5 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 22 °C. El mes más cálido del año es mayo, con una temperatura máxima promedio de 23 °C y mínima de 8 °C.

La temporada fresca dura 2.0 meses, del 3 de diciembre al 4 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es de menos de 20 °C. El mes más frío del año es enero, con una temperatura mínima promedio de 1 °C y máxima de 19 °C.

**Mapa 5. Climas en Almoloya de Juárez**



Fuente: Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

**a) Heladas**

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992; Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019). La cubierta de hielo es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se

presentan dichas temperaturas (Ascaso y Casals, 1986; Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019). De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, las heladas por sus cualidades gélidas ambientales pueden presentar los siguientes efectos ambientales (Tabla 7).

**Tabla 7. Efectos ambientales por heladas**

Temperatura	Designación	Vulnerabilidad
0 a -3.5 °C	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.
-3.5 a -6.4 °C	Moderada	Los pastos, las hierbas, y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café o negruzco en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedad en los humanos, de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
-6.5 a -11.5 °C	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
<-11.5 °C	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños son elevados en las zonas tropicales.

Fuente. SEDATU (2015).

Con base en los análisis que se obtuvieron de los registros de temperatura mínimas en el Atlas de Riesgos en el Municipio de Almoloya de Juárez (2016) de las estaciones meteorológicas de la región (Tabla 8), se concluyó que el municipio de Almoloya de Juárez presenta un nivel de peligro alto ante la presencia de este fenómeno (heladas). Lo anterior derivado de que en la zona se presentan temperaturas mínimas del orden de 0°C a -11.5°C, siendo los meses de noviembre a marzo los que registran las temperaturas más bajas.

## b) Precipitaciones

Según la CONAGUA, Almoloya de Juárez tiene 8 estaciones climatológicas (Tabla 8), de las que solo 4 tienen registro de reporte en 2020.

**Tabla 8. Estaciones climatológicas en Almoloya de Juárez**

No.	Estación	Situación	Periodo de reporte de acuerdo con las Normales			
1.	Almoloya de Juárez	Suspendida	1961-1990	-	-	-
2.	Atotonilco	Operando	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020
3.	Mina México	Suspendida	-	-	-	-
4.	Ocoyotepec	Operando	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020
5.	San Francisco Tlalcalcalpan	Operando	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020
6.	San Nicolás Amealco	Suspendida	-	-	-	-
7.	Tres Barrancas	Operando	-	1971-2000	1981-2010	1991-2020
8.	Yebucivi	Operando	-	1971-2000	1981-2010	-

Fuente. CONAGUA (S.F).

La Estadística Histórica de cada estación reportada en situación “Operando” y con periodos (1991-2020) de acuerdo con las normales, las estaciones reportaron hasta un promedio total de precipitación entre los 838.1 mm y 969.1 mm (Tabla 9).

**Tabla 9. Total de precipitaciones en Almoloya de Juárez (2020-2023)**

Estación	Año	Total de precipitaciones
Atotonilco	2018	1,196.85mm
	2019	-
	2020	627.09 mm
	2021	782.81 mm
	2022	750.88 mm
	2023 (reportadas hasta agosto)	473.65 mm
Ocoyotepec	2018	1,286.2 mm
	2019	863.88 mm
	2020	1,301.2 mm
	2021	1,475.45 mm
	2022 (reportadas hasta septiembre)	1,065.7 mm
	2023	-
San Francisco Tlalcilcalpan	2018	1,473.34 mm
	2019	780.41 mm
	2020	787.46 mm
	2021	697.75 mm
	2022 (reportadas hasta marzo)	833.6 mm
	2023	41.5 mm
Tres Barrancas	2018	1,220.86 mm
	2019	799.18 mm
	2020	761.97 mm
	2021	804.9 mm
	2022 (reportadas hasta septiembre)	731.04 mm
	2023	-

Fuente. CONAGUA (S.F).

### 5.1.7. Calidad del Aire

Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017), la Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA), es una herramienta de planeación que orientará y coordinará acciones entre diferentes instancias gubernamentales para controlar, mitigar y prevenir la emisión y concentración de contaminantes en la atmósfera en ambientes rurales y urbanos, con proyección al año 2030.

Siendo así, los **indicadores de la calidad del aire** permiten, entre otras cosas, evaluar el estado de la contaminación atmosférica y comunicar al público cuál es la calidad del aire que respira.

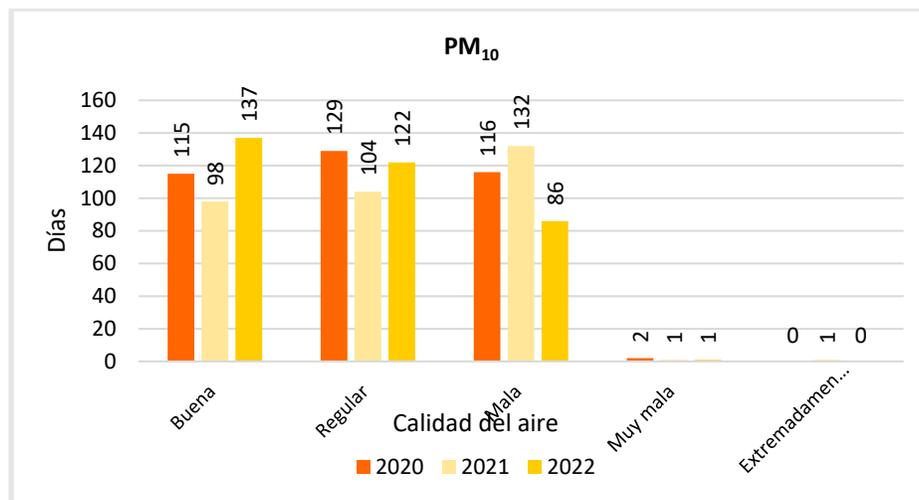
Una de las formas para evaluar la calidad del aire es comparando las concentraciones de los contaminantes obtenidas de las redes de monitoreo con los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) publicadas por la Secretaría de Salud. Los contaminantes que deben ser medidos y determinar la calidad del aire en una determinada zona son: Partículas suspendidas

menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) y partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ), Ozono ( $O_3$ ), Dióxido de Azufre ( $SO_2$ ), Dióxido de Nitrógeno ( $NO_2$ ) y Monóxido de Carbono (CO).

En las siguientes gráficas podemos observar la calidad del aire en Almoloya de Juárez según el tipo de contaminante en los años de 2020-2022.

### 1) $PM_{10}$

Aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera. La exposición prolongada a las  $PM_{10}$  puede provocar efectos nocivos en el sistema respiratorio de la persona, no obstante, son menos perjudiciales que las  $PM_{2.5}$  ya que, al tener un mayor tamaño, no logran atravesar los alveolos pulmonares, quedando retenidas en la mucosa que recubre las vías respiratorias superiores.



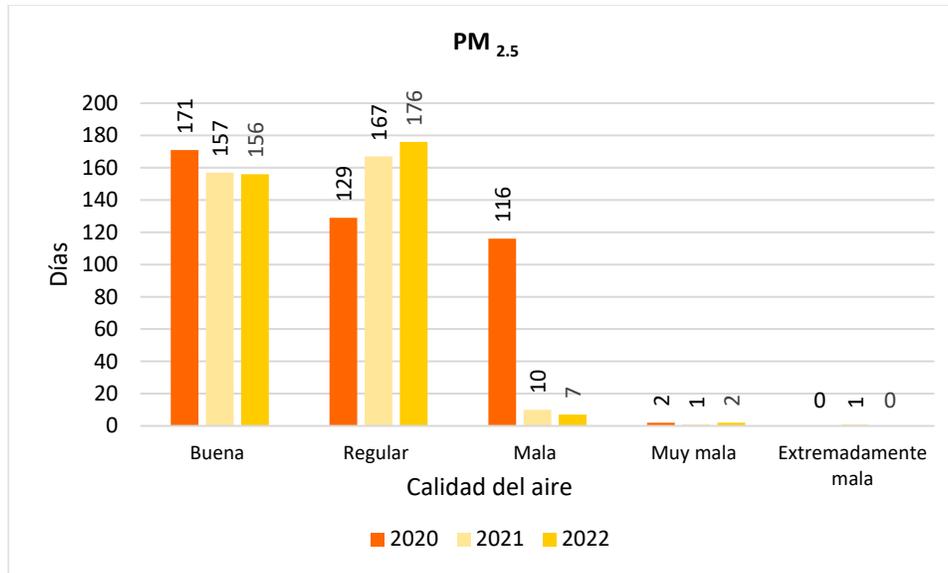
**Figura 3. Partículas menores a 10 micras (2020-2022)**

Fuente. Dirección de Medio Ambiente, con base al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (2022).

De acuerdo con la figura 3, en Almoloya de Juárez en el año 2020 se reportaron 115 días buenos, 129 regulares, 116 malos, 2 muy malos, en 2021 se reportaron 98 días buenos, 104 regulares, 132 malos, un día con calidad del aire muy mala, así como extremadamente mala, por último, en el año 2022 se reportaron 137 días buenos, 122 regulares, 86 malos, un día con calidad del aire muy mala y ningún día extremadamente malo.

## 2) PM<sub>2.5</sub>

Su origen es antropogénico en una alta proporción, puesto que las PM<sub>2.5</sub> en buena medida provienen de las emisiones de los vehículos diésel. Los efectos que tienen sobre la salud son muy graves, por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias, dado que, se depositan fundamentalmente en la región traqueobronquial (tráquea hasta bronquiolo terminal), aunque pueden ingresar a los alvéolos.



**Figura 4. Partículas menores a 2.5 micras (2020-2022)**

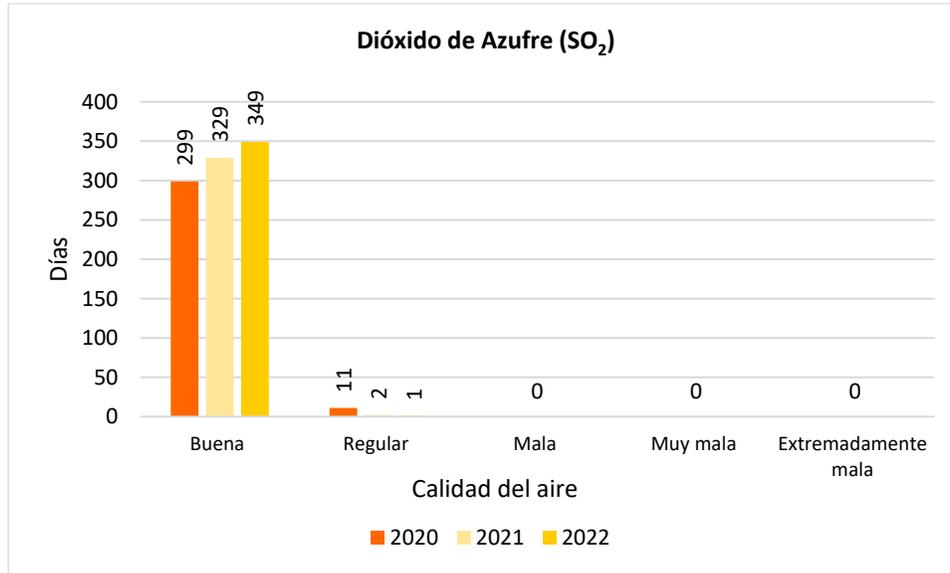
Fuente. Dirección de Medio Ambiente, con base al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (2022)

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) y como se puede observar en la Figura 4, en el Municipio en el año 2020 se reportaron 171 días buenos, 129 regulares, 116 malos, 2 muy malos y ninguno extremadamente malo, en el 2021 se reportaron 157 días buenos, 167 regulares, 10 malos, un día muy malo, así como extremadamente malo, y para el año 2022 se reportaron 156 días buenos, 176 regulares, 7 malos, 2 muy malos y ninguno extremadamente malo.

## 3) Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

El origen del SO<sub>2</sub> es, principalmente antropogénico. Es un gas que se origina sobre todo durante la combustión de carburantes fósiles que contienen azufre (petróleo, combustibles sólidos), llevada a cabo sobre todo en los procesos industriales de alta temperatura y de generación eléctrica. Este contaminante, en combinación con el agua, se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia

ácida que causa la deforestación, por lo que su presencia puede ocasionar problemas en la masa forestal de Almoloya de Juárez y en la salud de la población puede ocasionar irritación e inflamación del sistema respiratorio, afecciones e insuficiencias pulmonares, alteración del metabolismo de las proteínas, dolor de cabeza o ansiedad.



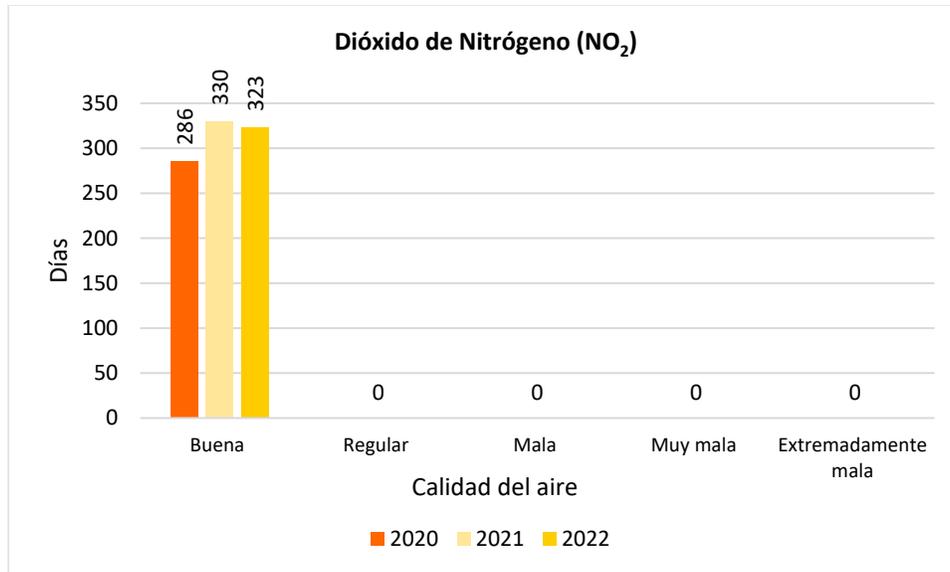
**Figura 5. Dióxido de Azufre (2020-2022)**

Fuente. Dirección de Medio Ambiente, con base al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (2022)

En la Figura 5 podemos observar que en Almoloya de Juárez en 2020 la calidad del aire respecto al SO<sub>2</sub>, se reportó que hubo 299 días buenos y 11 días regulares, en 2021 se reportaron 329 días buenos y 2 regulares, y en 2022 se reportaron 349 días buenos y uno regular, mientras que en los 3 años (2020, 2021 y 2022) no hubo registro de ningún día.

#### 4) Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Contaminante atmosférico, principalmente de origen antropogénico, cuyas fuentes fundamentales en una zona urbana son los vehículos motorizados, dado que existe una oxidación incompleta del nitrógeno atmosférico en los motores de combustión interna, así como las emisiones de determinadas industrias y grandes instalaciones de combustión. Los problemas que ocasiona a la salud el NO<sub>2</sub> están relacionados con el sistema respiratorio; pueden producir irritación nasal, incomodidad y dolores respiratorios agudos, aunque éstos precisan concentraciones superiores a las normalmente encontradas en la atmósfera.



**Figura 6. Dióxido de Nitrógeno (2020-2022)**

Fuente. Dirección de Medio Ambiente, con datos del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (2022).

La Figura 6 nos muestra que este contaminante en el año 2020, en el Municipio se reportaron 286 días con calidad buena, en 2021 con 330 días y en el 2022 con 323, mientras que para la calidad de regular a extremadamente mala no hubo registros.

### 5) Ozono (O<sub>3</sub>)

El ozono, una de las principales causas de las contingencias ambientales, es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera a partir de las emisiones de sus precursores: óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COVs), los cuales reaccionan en presencia de radiación ultravioleta. A elevadas concentraciones puede provocar daños en la salud como irritar el sistema respiratorio, agravar el asma y las enfermedades pulmonares crónicas, reducir la función pulmonar, disminuir la esperanza de vida.

Por otro lado, tiene efectos nocivos en la vegetación, ya que deteriora las hojas de árboles y plantas, y reduce el rendimiento de los cultivos y el crecimiento de los bosques porque interfiere en almacenar y producir nutrientes.

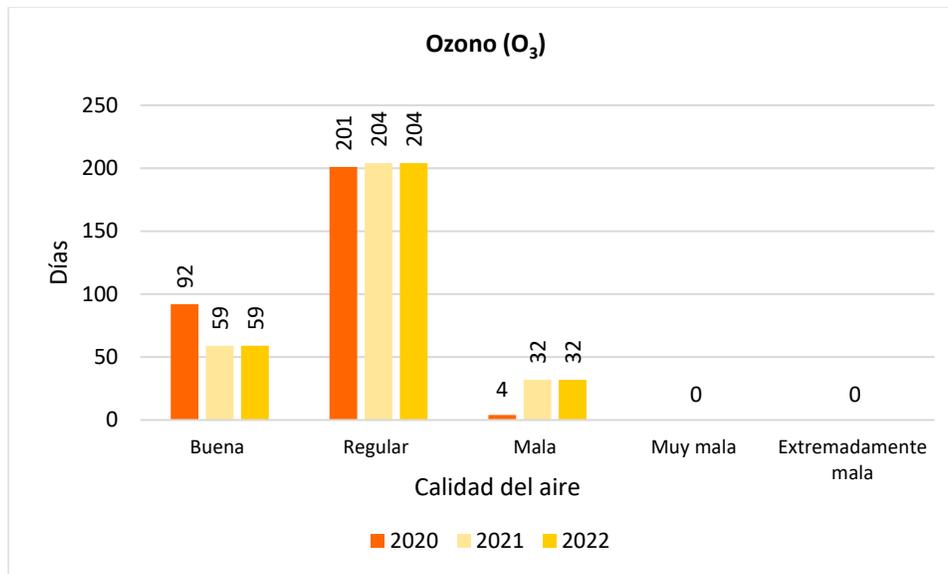


Figura 7. Ozono (2020-2022)

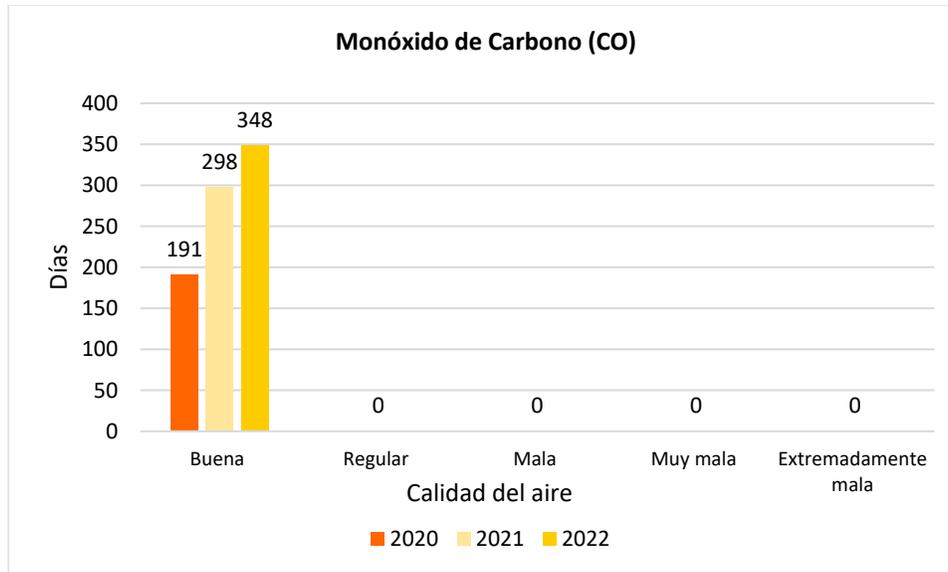
Fuente. Dirección de Medio Ambiente, con base al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (2022)

Respecto a este contaminante, como se muestra en la Figura 7, en Almoloya de Juárez en el año 2020 se reportaron 92 días buenos, 201 regulares y 4 malos, para el año 2021 y 2022 se reportaron 59 días buenos, 204 regulares y 32 malos, mientras que para la calidad del aire de muy mala y extremadamente mala no existieron registros.

## 6) Monóxido de Carbono (CO)

Gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico, ya que puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Este contaminante se produce mediante la combustión de carbón, gasolina, keroseno, petróleo, propano o madera, en los motores de automóviles, parrillas de carbón o leña, sistemas de calefacción o estufas (Figura 8).

La respiración de monóxido de carbono puede causar dolor de cabeza, mareo, sensación de desvanecimiento y cansancio, a niveles más altos, somnolencia, alucinaciones, convulsiones y pérdida de conocimiento y la exposición puede causar carboxihemoglobina, que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno y causar dificultad respiratoria, colapso, convulsiones, coma y la muerte.



**Figura 8. Monóxido de Carbono (2020-2022)**

Fuente. Dirección de Medio Ambiente, con base al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (2022)

Con base al SINAICA, en Almoloya de Juárez en el año 2020 se reportaron 191 días buenos, en 2021 se reportaron 298 días buenos y en el año 2022 se reportaron 348 días buenos, en cuanto a la calidad del aire de regular a extremadamente mala no existió registro alguno.

### 5.1.8. Ecosistemas y recursos naturales

#### 1) Flora

Como se indica en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Almoloya de Juárez (PMDU) (2022); el Municipio destaca el bosque de coníferas, donde podemos encontrar vegetación como el aile, encino, madroño, abeto, ocote, pino, oyamel, cedro, entre otros. En los altos macizos montañosos existen una cantidad grande de pinos, mientras que los bosques de oyamel se desarrollan en un lugar templado-húmedo. Así también destaca en Almoloya de Juárez, la existencia de vegetación cactácea, como maguey, nopal y biznaga. En las zonas altas al sur y norte del municipio se cuenta con pastizales inducidos, entre los que destacan los matorrales inertes y algunas especies de hongos.

#### 2) Fauna

Dentro del municipio existen diversidad de aves, peces, insectos y mamíferos, dentro de los cuales destacan los siguientes:

Colibrí, águila, paloma, búho, ceniztli, cuervo, pájaro carpintero, azulejo, jilguero, golondrina, cardenal, canario, gavián, zopilote, loro, gorrión, calandria, garza, pato silvestre, rana, sapo, acocil, trucha, carpa, ajolotes, charal, hurón, cacomiztle, ratón, ardilla, liebre, tuza, conejo, lagartija, víbora, tlacuache,



armadillo, murciélago, zorrillo, tejón, chapulín, grillo, vinagrillo, cara de niño, jiote, abeja silvestre, escarabajo, catarina, luciérnaga, avispa, oruga, hormiga, libélula, mosca, mosco, araña, mariposa, alacrán, garrapata, sanguiuela y cucaracha, víbora de cascabel, culebra de agua, camaleón, escorpión, lagarto, lagartija, ciempiés, lombriz, entre otros (PMDU, 2022).

### 5.1.9. Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se refiere a las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas, (LGEEPA, 2011). Dentro del territorio de Almoloya de Juárez se encuentran dos Áreas Naturales Protegidas (Tabla 10).

Tabla 10. Áreas Naturales Protegidas dentro de Almoloya de Juárez

Nombre	Superficie Total (hectáreas)	Superficie dentro del Municipio (hectáreas)
Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca	53,590.67	2,717
Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate"	105,844.13	399.8

Fuente: Elaboración propia, con base al Programa de Manejo de las ANP's (2023).

#### 1) Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca

El Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, se localiza en el Estado de México, y comprende el volcán denominado Xinantécatl o Nevado de Toluca. La importancia de esta ANP radica en que es una zona de recarga de acuíferos, sus escurrimientos que nacen en las laderas aportan a dos de las cuencas hidrológicas más importantes del país, las de los ríos Lerma y Balsas. Por otro lado, ofrece otra serie de servicios ambientales dentro de los que destacan: regulación del clima del Valle de Toluca, refugio de especies, potencial de captura de carbono, adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que aplicar correctamente su Programa de Manejo es de suma importancia.

La parte que le corresponde al Municipio se encuentra en la zona sur de la región 5, comprendiendo localidades como La Lima, Dilatada y Rosa Morada, con un área total de 2,717 hectáreas (5.07%).

De acuerdo con el Programa de Manejo, existe una **Zona núcleo Cráter** (1,941.39 hectáreas) y una **Zona de Amortiguamiento** (51,649.28 hectáreas), cada una de estas zonas se dividen en subzonas, quedando como se indica en la Tabla 11.

Tabla 11. Subzonas del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca

Zona	Subzona	Descripción
Zona Núcleo Cráter	Protección Área Alpina	En esta zona se encuentran especies de flora endémicas de las altas montañas del centro del país.
	Uso Restringido El Cráter	Existen áreas en buen estado de conservación y donde se realizan actividades de turismo de bajo impacto ambiental.



Zona de Amortiguamiento	Preservación Áreas de Ecosistemas Conservados	En esta subzona se localiza área boscosa de Pino, Encino y Oyamel en buen estado de conservación.
	Preservación Mariposa Monarca	Presencia de superficies de bosque de oyamel denso que sirven de refugio para la hibernación de la mariposa monarca
	Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Áreas Forestales	Superficies que presentan bosques densos y semidensos de pino y oyamel los cuales pueden ser aprovechados bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.
	Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Áreas Agropecuarias A	Superficies que presentan usos agrícolas y pecuarios.
	Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Áreas Agropecuarias B	Superficies que presentan usos agrícolas y pecuarios, donde existen casas habitación aisladas.
	Uso Público Áreas de Turismo Sustentable	Superficies con atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento y superficies con potencial de desarrollo de actividades de turismo de bajo impacto ambiental.
	Asentamientos Humanos	Superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos.
	Recuperación Los Bosques del Nevado	Superficies donde los recursos naturales han resultado severamente alterados y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación, en estas áreas se incluyen los bosques de pino fragmentados, bosques de pino, oyamel y aile con presencia de muérdago o con presencia de plagas forestales, específicamente insecto descortezador.

Fuente: Elaboración propia, con base al Programa de Manejo de las ANP's (2023).

Las subzonas a las que pertenece el ANP que comprende Almoloya de Juárez son: **Preservación de Áreas de Ecosistemas Conservados**, la cual se localiza en la zona sur de la región 5, asimismo, se encuentra una subzona que corresponde a **Asentamientos Humanos**, está se ubica en el centro de la porción de ANP que le pertenece al Municipio, por último, en la zona norte se encuentran las subzonas de **Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Áreas Agropecuarias A y B**.

## 2) Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca

De acuerdo con la CEPANAF (2023), Almoloya de Juárez se encuentra categorizado como región perteneciente a **Parques Estatales denominados Santuarios del Agua y Forestales**, en virtud de que la región 3 del Municipio forma parte del Parque Estatal denominado **"Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa José Antonio Álzate"** decretada el 12 de mayo de 2006 con una superficie total de 11, 529.83 hectáreas y de las cuales el Municipio es acreedor de 399.8 hectáreas, ubicándose en la parte centro-norte de la Cuenca Alta del Río Lerma en el Estado de México.

Esta ANP se caracteriza por ser una zona importante de recarga para el acuífero de la Cuenca del Río Lerma, debido a su densa cobertura forestal en la parte superior que favorece una alta retención e

infiltración de agua de lluvia y sus escurrimientos; pero sus inmediaciones y partes bajas sufren drásticos cambios de uso del suelo que favorecen la pérdida de nutrientes, suelos e infiltración de agua.

Con el objetivo de ordenar el territorio del ANP, se clasificó en zonas de acuerdo con su categoría de manejo y en función del grado de conservación, representatividad de sus ecosistemas, vocación natural del terreno, de uso actual y potencial.

#### 5.1.10. Uso del suelo

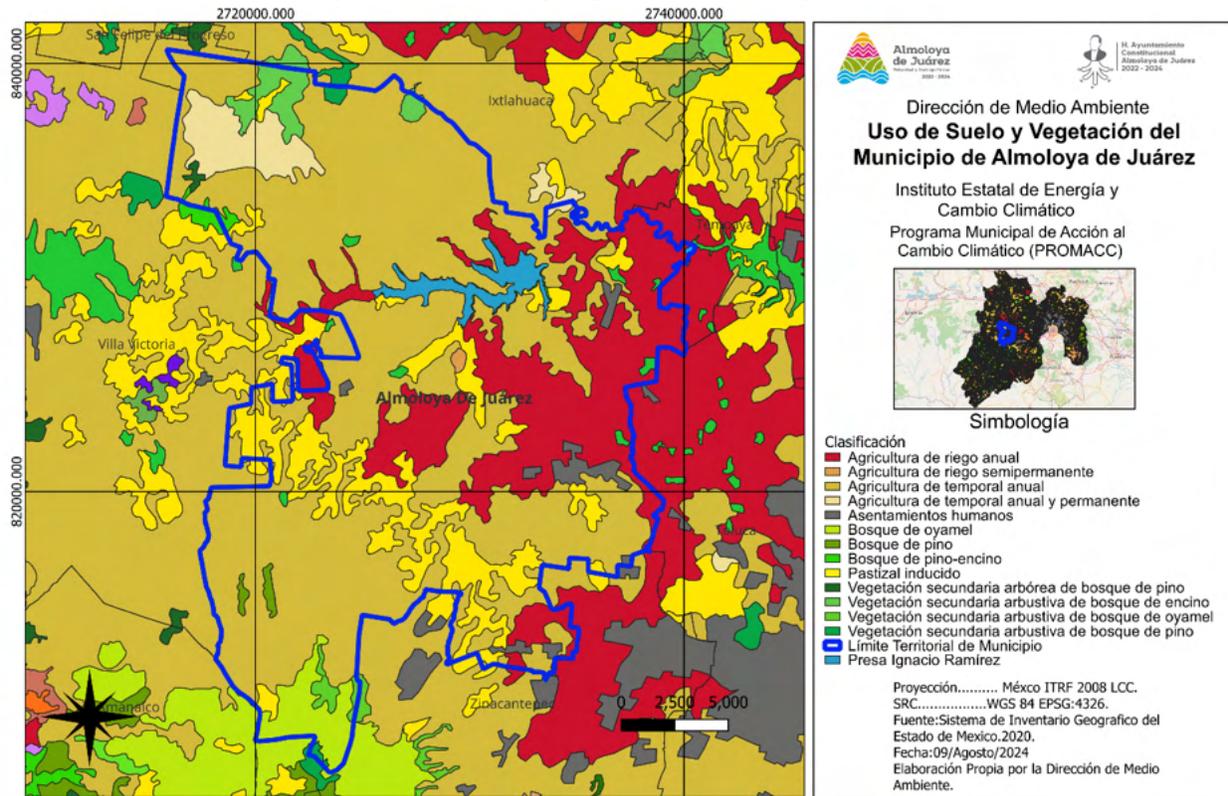
La clasificación general de los usos del suelo en Almoloya de Juárez (Mapa 6) conforma el total de la superficie municipal estimada en 47,821.94 ha, de los cuales el que tiene mayor representatividad es el referido al uso agrícola, que comprende aproximadamente el 70 % de la superficie total (Tabla 12).

**Tabla 12. Uso actual del suelo en el Municipio de Almoloya de Juárez.**

Uso de suelo	Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
Agricultura	336.0428	70.2710
Asentamientos humanos	18.2585	3.8181
Bosque de pino	91.3266	19.0976
Cuerpo de agua	1.1988	0.2507
Matorral templado o subpolar	0.4721	0.0987
Matizal templado o subpolar	15.4355	3.2278
Selva baja caducifolia	15.4755	3.2361
<b>Total</b>	<b>478.21</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Dirección de Medio Ambiente (2024).

Mapa 6. Uso de Suelo y Vegetación en Almolya de Juárez



Fuente: Dirección de Medio Ambiente de Almolya de Juárez (2023).

## 1) Agricultura

La utilización del suelo para la actividad agrícola ocupa la mayor superficie territorial del municipio con el 70.27 %, como se muestra en el Mapa 6. Los principales productos cultivables son cereales como: maíz, avena, papa, haba y cebada; mientras que las especies que mayormente se crían son: bovinos, porcinos, caprinos, ovinos, equinos y aves de corral. La mayor parte de esta producción se comercializa.

El Municipio presenta degradación del suelo por actividades agrícolas, el mal manejo de las tierras provoca su degradación, debido a factores tales como el uso indiscriminado de plaguicidas y el monocultivo que favorece la proliferación de plagas y enfermedades; y la deforestación y utilización de los bosques para actividades agrícolas de baja productividad provocan erosión en el suelo.

Aunque el municipio presenta las condiciones topográficas e hidrológicas aceptables para el desarrollo de actividades agropecuarias, como la producción de maíz en grano, avena forrajera y pastos, sin embargo, no se cuenta con la infraestructura, métodos y técnicas para su aprovechamiento intensivo.

La actividad ganadera se desarrolla aproximadamente en el 12.78% del territorio municipal, con pastizales inducidos en donde se explotan diferentes especies como bovino, porcino, caprino, ovino y aves.

## 2) Asentamientos humanos

En este caso, la expansión urbana del municipio ha concebido una marcada heterogeneidad y se aprecia de manera marcada un territorio dual y segregado. Se distinguen localidades más consolidadas, tal es el caso de San Francisco Tlalcilcalpan, Cabecera Municipal, Unidad Habitacional Suteym, los conjuntos urbanos Colinas del Sol, Geovillas el Nevado, Rincón del Álamo, Colinas del Sol 2da. Sección, Colinas de San Francisco y Rancho San Juan.

Sobresalen también localidades con características rurales, los asentamientos humanos son dispersos, con altos índices de marginación a consecuencia del crecimiento desordenado y la falta de conectividad vial.

## 3) Forestal

El uso forestal es importante en el municipio porque los bosques de diferentes especies ocupan una superficie significativa, aunque se practica de manera desordenada y sin preocupación por hacer de ella una actividad sustentable.

El tipo de bosque que más predomina es el de pino-encino, aunque también se tiene oyamel, cedro, eucalipto, entre otros.

El Municipio ha sufrido disminuciones de la superficie que por vocación es forestal, por causas como: incendios provocados y accidentales, sobrepastoreo, talas ilegales, plagas y enfermedades; esto se ha presentado muy notoriamente en Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca; situación de riesgo por la importancia del valor ambiental de la zona. El municipio presenta una vegetación heterogénea y variada, en cuya superficie se presentan factores físicos como el clima y la hidrología principalmente que definen el tipo de bosques. Las principales especies que se tienen son encino, oyamel, pino- oyamel y pino-encino.

## 4) Cuerpos de agua

El agua de los ríos, arroyos, bordos, presas y lagunas existentes en el municipio presentan contaminación, principalmente por la disposición de residuos sólidos y por las descargas de aguas residuales de origen doméstico e industrial, ya que en su mayoría carecen de un tratamiento previo.

### 5.1.11. Fenómenos hidrometeorológicos

Por su definición se entiende que, son los que se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico, son eventos naturales que con frecuencia resultan en desastres con pérdidas humanas y materiales. Entre ellos:

- Sequías: Provocado por la escasez prolongada de agua en un área o zona determinada provocada por falta de lluvias, altas temperaturas, el cambio climático o práctica del ser humano (quema de terrenos o la deforestación).
- Inundaciones: Estos eventos pueden ser causados por fenómenos naturales como lluvias intensas, huracanes o el derretimiento de nieve, así como por actividades humanas.



- Tormentas severas: Fenómenos caracterizados por la formación de lluvias intensas, acompañadas de descargas eléctricas y ráfagas de viento intensas en áreas específicas.
- Granizadas: La caída de agua en forma sólida, típicamente en tamaños de aproximadamente 5 mm en forma de bolas.
- Heladas: Temperatura del aire desciende por debajo del punto de congelación, formando una capa de hielo sobre objetos o la superficie terrestre.

### Problemática

En la Cabecera municipal y las principales localidades del Municipio, no se tiene la capacidad de atención a este tipo de emergencias para hacer frente a los fenómenos hidrometeorológicos severos tales como las precipitaciones altas y la sequía, siendo las siguientes desventajas:

- Para el desalojo de las aguas pluviales se tienen tuberías con diámetros pequeños y trabajan en forma combinado con las aguas residuales, motivando encharcamientos y taponamientos por insuficiencia hidráulica.
- Los cauces naturales utilizados para el desalojo de las aguas pluviales generalmente se encuentran azolvados y con basura reduciendo la capacidad hidráulica, creando taponamientos y desbordamientos en su curso hasta su desembocadura.
- No se tiene una cultura para los desechos que se introducen a las redes de tuberías de drenaje, donde se vierten toda clase de sustancias tales como grasas, aceites, basura, materiales pétreos, entre otros residuos, motivado taponamientos y a su vez encharcamientos.
- Para el caso de una sequía, originada por una elevación de la temperatura, el ayuntamiento no se encuentra preparado para afrontar una baja en el suministro del agua y dotar a los 175,000 habitantes del municipio. Los aspectos más nocivos que inciden en lo mencionado son:
  1. La tala clandestina de la cobertura vegetal en las zonas de recarga al Acuífero del Valle de Toluca.
  2. El cambio del uso del suelo en la cuenca, de forestal a agrícola y a su vez al habitacional, principalmente.
  3. Pérdida en la cobertura vegetal en la cuenca alta lo cual impide la retención y su posterior infiltración a los mantos acuíferos de las precipitaciones, provocándose la baja en los volúmenes de los manantiales y propiciando la baja en los niveles estáticos del mismo acuífero, que entre otros aspectos motiva los escurrimientos superficiales que erosiona el suelo, dejando capas estériles, pues suelo es depositado en la parte inferior de la cuenca, creando azolves y reduciendo la capacidad hidráulica de desalojo en los cauces.

### Estrategias

Con el propósito de dar cabal cumplimiento a lo estipulado en la agenda 2030 de la ONU, el Ayuntamiento deberá establecer políticas públicas que conlleven a generar acciones que rebasen el periodo municipal, y evitar un colapso en materia hidráulica:



- Instaurar un Programa de Reforestación en las Zonas de Recarga para recuperar por lo menos el 30% del agua en el Acuífero.
- Celebrar convenios con la CONAGUA para retirar los asentamientos humano-irregulares localizados en las márgenes de los cauces del municipio, respetando la zona federal.
- Adherirse a un Programa de Inversión Federal para financiar los puntos anteriores.
- Recuperar la administración integral de los Comités de Agua para fomentar el uso Racional del Agua en pro de la conservación del líquido vital.
- Propiciar el uso de las aguas superficiales de la Presa de Almacenamiento Ignacio Ramírez, para potabilización y suministro de agua a la población.
- Fomentar el reúso del agua mediante la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de tipo Regional y líneas moradas.
- Construir en áreas estratégicas los Pozos de Absorción para contribuir a la recarga del acuífero.
- Las acciones inmediatas a corto plazo que pueden ser reguladas y vigiladas por el Ayuntamiento para contribuir al cumplimiento a los compromisos de la agenda 2030, mismas que pueden ser dadas a conocer mediante el Bando Municipal, tales como:
  1. La separación de la Basura;
  2. Mantener limpio el frente de cada vivienda en la vía pública;
  3. No permitir el almacenamiento de agregados de construcción en la vía pública, mismos que en época de lluvias se introducen al sistema de drenaje municipal, creando taponamientos y remanso de las aguas residuales dando un ambiente insalubre;
  4. Mantener los cauces naturales limpios y no permitir la descarga de aguas residuales;
  5. No permitir la introducción de grasas y aceites al sistema de drenaje;
  6. Construcción de drenaje marginal a los cauces naturales conduciendo aguas residuales a plantas de tratamiento y evitar la contaminación del suelo y agua conservando la salud de la población y del medio ambiente.

## 5.2. Descripción Sociodemográfica

### 5.2.1 Población

En el Estado de México hay 16 millones 992 mil 418 habitantes, de ese total Almoloya de Juárez posee 174,587 personas (Figura 9), de las cuales 87,457 son mujeres representando un 50.09 % del total y el otro 49.91 % pertenece a la población de hombres (87,130) (INEGI, 2020).



**Figura 9. Población total en Almoloya de Juárez, 2020**

Fuente: Estadística Básica Municipal del Estado de México del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (2021).

### Población total por localidad

La población en Almoloya de Juárez se encuentra distribuida en 105 localidades (INEGI, 2020), de las cuales solo 17 son consideradas por INEGI como urbanas (población mayor a 2,500 habitantes), y estas conforman el 56.66% (98,922 habitantes) del total de la población del Municipio (Figura 10). La localidad más poblada es San Francisco Tlalcilcalpan con un total de 17,235 habitantes (9.87%), le sigue, Santiaguito Tlalcilcalli con 11,746 (6.73%) personas y la tercera más poblada es el Fraccionamiento Colinas del Sol con 11,505 habitantes (6.59%). Siguiendo en orden de concentración poblacional, continúa la Cabecera con 7,929 pobladores (4.54%), aunque le falta sumar las secciones que INEGI maneja de manera independiente, y en quinto lugar de relevancia se encuentra Mayorazgo de León (Estación Río México) con un total de 2,123 personas (2.93%).

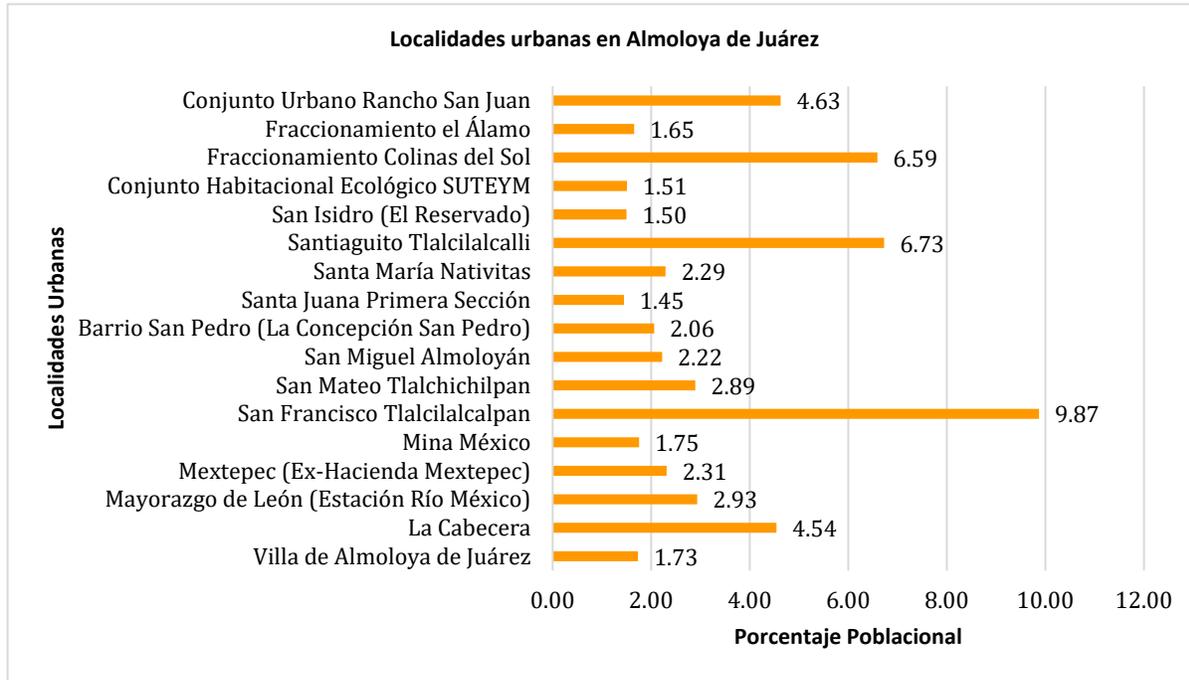


Figura 10. Localidades Urbanas en Almolya de Juárez, 2020

Fuente: INEGI (2020)

El resto de las localidades (88) son consideradas como rurales (menos de 2,500 habitantes) y comprenden el 43.34 % de la población total del Municipio, como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Localidades rurales, Almolya de Juárez (2020)

No.	Comunidad	Población	%
1	Arroyo Zarco	275	0.16
2	Arroyo Zarco La Mesa	244	0.14
3	Barrio de la Cabecera Tercera Sección	2463	1.41
4	Barrio del Carmen	670	0.38
5	Barrio del Jacal de Yebuciví	480	0.27
6	Barrio el Plan Ocoyotepec	141	0.08
7	Barrio la Galera (La Galera)	598	0.34
8	Barrio la Unión de Ocoyotepec	399	0.23
9	Barrio los Lagartos Yebuciví	691	0.40
10	Barrio San Pedro Zona Norte	514	0.29
11	Barrio Santa Juana	274	0.16
12	Benito Juárez	2424	1.39
13	Besana Ancha	1040	0.60
14	Buenavista Yebuciví	286	0.16
15	Cañada de Guadarrama	1653	0.95
16	Casa Nueva (Casa Nueva Yebuciví)	662	0.38
17	Cerro San Mateo	547	0.31
18	Cieneguillas De Guadalupe	1628	0.93



19	Cieneguillas De Mañones	313	0.18
20	Colinas De San Francisco [Fraccionamiento]	1873	1.07
21	Colonia Bellavista	1536	0.88
22	Colonia Ejido De Santa María Nativitas	283	0.16
23	Colonia La Navidad	1286	0.74
24	Colonia Lázaro Cárdenas (La Trampa)	397	0.23
25	Colonia Rancho Viejo	231	0.13
26	Dilatada Sur (Dilatada)	1262	0.72
27	Ejido De San Lorenzo Cuauhtenco	321	0.18
28	Ejido De San Pedro	1953	1.12
29	Ejido De Santa Juana Primera Sección	76	0.04
30	Ejido El Estanco	965	0.55
31	Ejido La Gavia (San José La Gavia)	1940	1.11
32	Ejido San Antonio Ocoyotepec	582	0.33
33	Ejido San Diego	1154	0.66
34	Ejido Santa María Nativitas (Ejido Tres Barrancas)	766	0.44
35	El Estanco	626	0.36
36	El Plan	1260	0.72
37	El Plan De San Pedro	1201	0.69
38	El Santito (Barrio El Santito Yebuciví)	450	0.26
39	El Tepetatal	1234	0.71
40	El Tullillo	253	0.14
41	Ex-Hacienda Boreje	5	0.00
42	La Hortaliza	1181	0.68
43	La Lagunita Yebuciví	171	0.10
44	La Lima	451	0.26
45	La Palma (Ejido De San Francisco Tlalcilcalpan)	199	0.11
46	La Posta	183	0.10
47	La Soledad Ocoyotepec	378	0.22
48	La Tinaja	117	0.07
49	Laguna De Tabernillas (El Resbaloso)	1594	0.91
50	Loma Blanca	246	0.14
51	Loma De Guadalupe	433	0.25
52	Loma De La Tinaja	137	0.08
53	Loma De San Miguel	1614	0.92
54	Loma Del Gigante De San Agustín Poteje Centro	888	0.51
55	Loma Del Jacal (Loma De Las Mangas)	838	0.48
56	Loma Del Puente	193	0.11
57	Loma Del Rancho	463	0.27
58	Loma Del Salitre (Colonia Loma Del Salitre)	1024	0.59
59	Ocoyotepec (Ocoyotepec Centro)	685	0.39
60	Palos Amarillos (Yebuciví)	1676	0.96
61	Paredón Centro	623	0.36
62	Paredón Ejido	926	0.53
63	Paredón Ejido Norte	323	0.19
64	Poteje Norte	705	0.40
65	Poteje Sur	1640	0.94
66	Ranchería De San Diego (Ciénega De San Diego)	257	0.15
67	Rancho Atotonilco	5	0.00



68	Rancho Los Gavilanes	4	0.00
69	Rancho San José Amealco (Rancho El Capulín)	2	0.00
70	Río Frío (Río Frío Yebuciví)	857	0.49
71	Rosa Morada	568	0.33
72	Salitre De Mañones	2257	1.29
73	San Agustín Citlalli	1821	1.04
74	San Agustín Las Tablas	830	0.48
75	San Agustín Poteje Centro	1501	0.86
76	San Agustín Tabernillas	14	0.01
77	San Antonio Atotonilco	540	0.31
78	San Antonio Buenavista	880	0.50
79	San Cristóbal	491	0.28
80	San Lorenzo Cuauhtenco	2245	1.29
81	San Nicolás Amealco	1272	0.73
82	San Pedro De La Hortaliza (Ejido Almoloyan)	2195	1.26
83	Santa Juana Centro (La Palma)	2474	1.42
84	Santa Juana Segunda Sección	820	0.47
85	Santiagouito	1086	0.62
86	Tabernillas (Santa Catarina)	1504	0.86
87	Unidad Habitacional Olaldea (Colonia Olaldea)	24	0.01
88	Yebuciví Centro (Yebuciví)	2374	1.36
	<b>Total</b>	<b>75,665</b>	<b>43.34</b>

Fuente: H. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez (2022).

### 5.2.2. Actividades económicas

La actividad económica es toda acción asociada con la producción, el intercambio, la adquisición y el consumo de bienes o servicios e incluso información para la satisfacción de algún tipo de mercado general o específico atendiendo a las necesidades de uno o varios sectores de la población.

Según el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECC, 2021), la Población Económicamente Activa (PEA) en Almoloya de Juárez es de 81,444 de las cuales 79,668 están ocupadas y 1,776 desocupadas, y la Población Económicamente Inactiva (PEI) de 53,230. La población ocupada según condición de actividad económica (Tabla 14) es de 65,838 personas, con base a la actividad económica, los servicios son la actividad con mayor cantidad de personas ocupadas, seguidos del sector industrial, y la agricultura, ganadería, caza y pesca. Dentro de la actividad no especificada se encuentra un 3.31 % de la población ocupada. Cabe mencionar que la población que se tomó en cuenta se encuentra en el rango de edad de 15 años y más.

**Tabla 14. Población ocupada según actividad económica**

Actividad	Número de personas	Porcentaje (%)
Agricultura, ganadería, caza y pesca	5079	7.75
Industrial	24067	36.71
Servicios	36054	54.99
No especificado	368	0.56
<b>Total</b>	<b>65,838</b>	<b>100</b>

Fuente: Estadística Básica Municipal del Estado de México (2021). Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECC).



Según la Estadística Básica Municipal del Estado de México (2021), Almoloya de Juárez cuenta con unidades económicas para cada sector de actividad económica, siendo el sector de comercio al por menor el que cuenta con un mayor porcentaje (49.40 %) de la totalidad de las unidades económicas, seguido de otros servicios excepto actividades gubernamentales (13.46 %), mientras que los sectores corporativos solamente cuentan con el 0.03 % de unidades económicas (Tabla 15).

**Tabla 15. Unidades Económicas en Almoloya de Juárez**

Sector de Actividad Económica	Número de unidades económicas	Porcentaje (%)
Agricultura, cría y explotación de animales	4	0.12
Minería	1	0.03
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	10	0.29
Construcción	3	0.09
Industrias manufactureras	409	12.05
Comercio al por mayor	84	2.47
Comercio al por menor	1,677	49.40
Transportes, correos y almacenamiento	4	0.12
Información en medios masivos	8	0.24
Servicios financieros y de seguros	26	0.77
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes	30	0.88
Servicios profesionales, científicos y técnicos	28	0.82
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos	83	2.44
Servicios educativos	88	2.59
Servicios de salud y de asistencia social	92	2.71
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	37	1.09
Servicios de alojamiento temporal	308	9.07
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	457	13.46
Actividades legislativas, gubernamentales	46	1.35
<b>Total</b>	<b>3,911</b>	<b>100</b>

Fuente: Estadística Básica Municipal del Estado de México (2021). Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM).

### 5.2.3. Educación

Para la educación de los habitantes de Almoloya de Juárez se cuenta con un total de 318 escuelas, 5,151 profesores y 49,126 alumnos (Tabla 16).

**Tabla 16. Infraestructura para la educación en Almoloya de Juárez, 2021**

Infraestructura para la educación, 2021			
Modalidad escolarizada			
Nivel	Matricula	Docentes	Planteles
Educación preescolar	6809	311	117
Educación primaria	22352	860	110
Educación secundaria	10498	493	60
Educación media superior	4842	243	27
Educación superior	4625	244	4
<b>Total</b>	<b>49126</b>	<b>2151</b>	<b>318</b>
Modalidad no escolarizada			

Otros (Educación especial, educación para adultos, profesional técnico abierto, etc.)	1984	148	25
---	------	-----	----

Fuente: Estadística Básica Municipal del Estado de México (2021). Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM).

Aunque en el país la educación básica (preescolar, primaria y secundaria) cada vez llega a más lugares, muchos jóvenes, por diversas razones, no asisten a la escuela y, por lo tanto, algunos de ellos no saben leer ni escribir. En México, durante los últimos 50 años, el porcentaje de personas analfabetas de 15 y más años bajó de 25.8 % en 1970 a 4.7 % en 2020, lo que equivale a 4,456,431 personas que no saben leer ni escribir.

La población analfabeta de 15 años y más en Almoloya de Juárez es de 7,037, lo que corresponde a una tasa de analfabetismo de 4.03%. Del total de la población analfabeta, el 2.71% pertenece a la población femenina (4,739) y el 1.32% a la población masculina (2,298). (Censo de Población y Vivienda, 2020).

### 5.2.3. Salud

En la Tabla 17 se indica que Almoloya de Juárez cuenta con tres tipos de establecimientos de atención a la Salud de los Almoloyajuarenses, los cuales son: de asistencia social (1), de hospitalización (4) y de consulta externa (40).

**Tabla 17. Instituciones de salud según tipo de establecimiento en Almoloya de Juárez**

Institución	Tipo de establecimiento	Unidades de salud
DIF	De asistencia social	1
SMP	De hospitalización	2
SEDENA		2
IMSS-BIENESTAR		2
SME		2
SSA	De consulta externa	31
SMP		5

Fuente: Secretaría de Salud (2022).

Los espacios destinados para brindar atención médica a la población del Municipio se distribuyen como se muestra la Tabla 18.

**Tabla 18. Espacios para atención médica en Almoloya de Juárez**

Región	Comunidad	Tipo de espacio
1	Río Frio	Casa de Salud
1	El Santito	Casa de Salud
1	El Jacal	Casa de Salud
1	Yebuciví	Consultorio Médico
2	La Soledad	Casa de Salud
2	Loma del Salitre	Casa de Salud
2	Laguna de Tabernillas	Casa de Salud
2	Santa Catarina Tabernillas	Consultorio Médico
2	Barrio del Carmen	Casa de Salud



2	Laguna de Tabernillas	Consultorio Dental
3	Mayorazgo de León	Casa de Salud
3	Santa Juana Centro	Casa de Salud
3	Santa Juana 2a Sección	Casa de Salud
3	Mina México	Casa de Salud
4	La Tinaja	Casa de Salud
4	San Cristóbal	Casa de Salud
4	Cieneguillas de Guadalupe	Consultorio Médico
4	Cieneguillas de Guadalupe	Consultorio Dental
5	La Lima	Casa de Salud
5	Rosa Morada	Casa de Salud
5	San Nicolás Amealco	Casa de Salud
6	Cabecera 2a Sección	Casa de Salud
6	Cabecera 3a Sección	Casa de Salud
7	Ejido San Pedro	Casa de Salud
7	Dirección de Salud	Consultorio Médico
8	Poteje Norte	Casa de Salud
8	Santa María Nativitas	Casa de Salud
8	El Tepetatal	Casa de Salud
9	Colonia Bellavista	Casa de Salud
9	Cañada de Guadarrama	Casa de Salud
9	San Isidro el Reservado	Consultorio Médico

Fuente: Dirección de Salud de Almoloya de Juárez (2023).

#### 5.2.4. Vivienda

Según reportes de INEGI (2020) en el Estado de México existe un total de 4 millones 568 mil 635 viviendas particulares habitadas y dentro de Almoloya de Juárez hay un total de 58,495 viviendas, de estas, 42,214 son viviendas habitadas, dichos datos se presentan en la Figura 11. Dicho número de viviendas habitadas ha crecido a lo largo del tiempo, de 1995 a 2020 se ha visto un incremento considerable de ello.

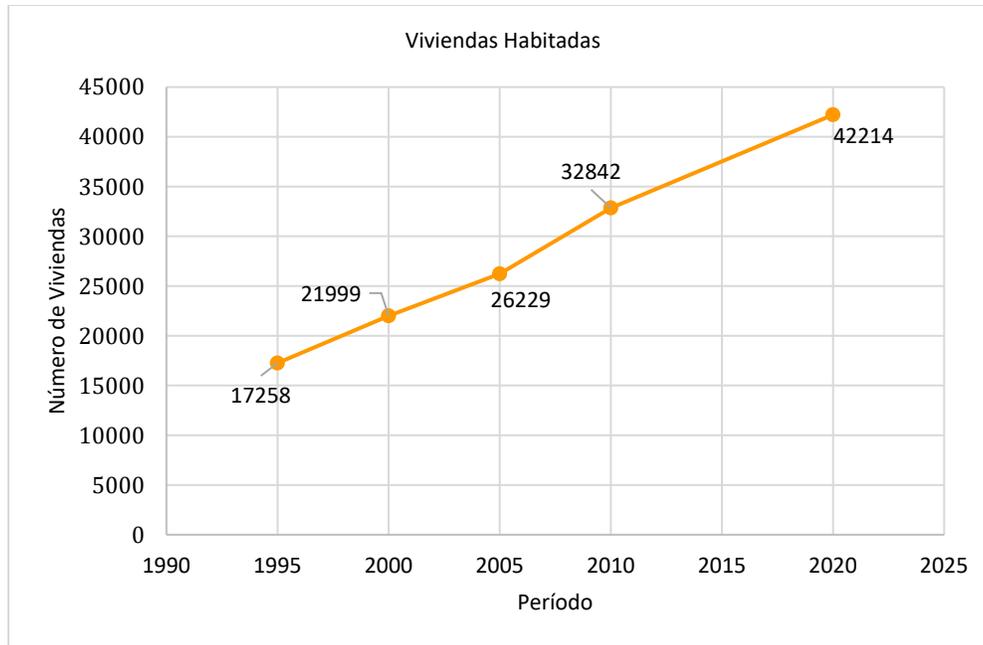


Figura 11. Viviendas habitadas en Almoloya de Juárez

Fuente: Censo de población y vivienda (1995 y 2005) y censo de población y vivienda (2000, 2010 y 2020), INEGI.

### 5.2.5. Servicios públicos en la vivienda

Los servicios públicos de agua, drenaje y energía eléctrica permiten a los habitantes de Almoloya de Juárez a satisfacer sus necesidades, así como también les proporcionan bienestar y seguridad para su desarrollo. Para el 2020, en el Municipio había 39,043 viviendas que contaban con el servicio de agua, lo que beneficiaba a 157,248 habitantes, el servicio de drenaje favoreció a 148,396 personas y, por último, la energía eléctrica abastecía a 42,017 viviendas, como se observa en la Tabla 19.

Tabla 19. Infraestructura para servicios públicos en la vivienda 2020

Infraestructura para servicios públicos en la vivienda 2020						
	Disponen		No disponen		No especificado	
	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes	Viviendas	Ocupantes
Agua	39,043	157,248	3,093	12,598	49	197
Drenaje	36,848	148,396	5,280	21,393	57	224
Energía eléctrica	42,017	169,453	137	447	31	113

Fuente: Estadística Básica Municipal del Estado de México (2021). Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM).

### 5.2.6. Movilidad

Actualmente son 45 bases distribuidas en las diferentes localidades del Municipio, dando un total de parque vehicular de 1938 unidades con distintas rutas como se muestra en las tablas 20, 201 y 22.

**Tabla 20. Parque vehicular en Almoloya de Juárez (zona centro)**

No.	Agrupación	Ubicación	No. de agremiados
1	Asociación de Taxistas de Salitre de Mañones S.A de C.V	Calle Mariano Abasolo entre Sor Juana Inés de la Cruz y Av. Miguel Hidalgo	26
2	Asociación de Taxistas Ejido de San Pedro, Profesor Rafael Ramírez A.	Calle Mariano Abasolo entre Sor Juana Inés de la Cruz y Av. Miguel Hidalgo	33
3	Base Plan de San Miguel	Calle Sor Juana Inés de la Cruz entre el Tienda Coppel y tienda 3B	15
4	Base Potros	Calle Hidalgo esq. Calle Mariano Abasolo	30
5	Base Tigrillos del Salitre de Mañones A.C	Calle Centenarios de la Educación. Esq. Calle Sor Juana Inés de la Cruz	32
6	Base www.Club.perruchones.com	Calle Independencia esq. Calle Manuel Bernal	51
7	Coalición de Taxistas de Almoloya Caseta A.C	Prolongación Sor Juana Inés de la Cruz, esq. Calle 5 de Mayo	103
8	Coalición de Taxistas de Colinas del Sol A.C	Calle Melchor Ocampo esq. Priv. De Ocampo	112
9	Servicios de Transporte Colectivo el Tepetatal S.C de R.L	Pról. Manuel Bernal esq. Sor Juana Inés de la Cruz	72
10	Taxis Independientes de Almoloya de Juárez S.A de C.V	Calle Independencia esq. 5 de Mayo	47
11	Taxispide S.A de C.V	Av. Benito Juárez esq. Vicente Guerrero	15
12	Transportistas de Santa María Nativitas S.A. de C.V	Calle Sor Juana Inés de la Cruz entre Tienda Coppel y tienda 3B	20
13	Unión de Choferes y Concesionarios de Taxis de la Cabecera Municipal de Almoloya de Juárez A.C	Calle Reforma esq. Calle Vicente Guerrero	65
14	Unión de Permisarios de la Cabecera Municipal de Almoloya de Juárez.	Calle Vicente Guerrero esq. 5 de Mayo	37
15	Unión de Taxis Base Esculturas A.C	Calzada del Panteón	48
16	Unión de Taxistas Base el Santuario de San Mateo Tlalchichilpan A.C	Priv. Melchor Ocampo	31
17	Unión de Taxistas Concesionarios de San Miguel Almoloya y Anexos S.A de C.V	Calle Sor Juana Inés de la Cruz	15
18	Unión de Taxistas Halcones de Almoloya S.A de C.V	Calle Independencia esq. 5 de Mayo	25
19	Unión de Taxistas los Incorregibles A.C	Carretera Almoloya de Juárez - Toluca	45
20	Unión de Transportistas Base Cisnes y Ramales	Calle Sor Juana Inés de la Cruz. Esq. Calle 5 de Mayo	60
21	Unión de Transportistas Cuautli S.A de C.V	Calle Hidalgo esq. Calle Mariano Abasolo	30
22	Unión Melicente S.A de C.V	Calle Independencia esq. Manuel Bernal	40
<b>Total de Agremiados</b>			<b>952</b>

Fuente: Dirección de Movilidad y Transporte de Almoloya de Juárez (2023).

**Tabla 21. Parque vehicular en Almoloya de Juárez (zona norte)**

No.	Agrupación	Ubicación	No. de agremiados
1	Base Mayorazgo	Frente a capilla de Mayorazgo de León	32
2	Base Mayorazgo de Capilla	Camino a Mayorazgo frente a la capilla y las vías	20
3	San Agustín Citlalli	Centro de San Agustín Citlalli	20
4	Movimiento Intercomunitario y Transporte Rural S.A de C.V	San Antonio Atotonilco, San Antonio Ocoyotepec, Plan de Ocoyotepec, Ocoyotepec centro, Lázaro Cárdenas, La unión de Ocoyotepec.	29
5	Base Tabernillas	Frente al auditorio de Tabernillas	95
6	Base Independientes Metepec	A un costado de la clínica	63
7	Base 21 de marzo	Yebuciví centro	85
8	Taxistas de Cieneguillas de Guadalupe y Ramales A.C	Cieneguillas centro	20
9	Unión de Taxistas de Cieneguillas	Puente peatonal Cieneguillas	40
10	San Miguel/ San Pedro	Puente peatonal San Miguel	15
11	Taxis Ixtlahuaca	Puente de San Bernabé	35
12	Base la Mora Mexztepec	Frente a tienda el Trebolito	30
<b>Total de Agremiados</b>			<b>484</b>

Fuente: Dirección de Movilidad y Transporte de Almoloya de Juárez (2023)

**Tabla 22. Parque vehicular existente en el Municipio de Almoloya de Juárez (zona sur noreste)**

No.	Agrupación	Ubicación	No. de agremiados
1	Unión de Permissionarios de Taxis de San Francisco Tlalcalcalpan	Carretera Valle de Bravo esquina con Hidalgo	150
2	Unión de Radio Taxis Ejecutivos	Carretera Valle de Bravo esquina 5 de Mayo.	37
3	Base libertad	Independencia esquina privada Geo.	28
4	Base Águilas	Avenida Independencia, esquina con Pirineos	65
5	Base Uniliten	Independencia esquina con Rocallosos.	85
6	Base Los Arcos	Carretera Toluca Valle de bravo entrando casas Geo	15
7	Base Transportistas y concesionados nacionales	Calle Monterrey esquina con independencia	50
8	Base de taxis Guadalupeños	Calle independencia esquina con Gabriel Escutia.	5
9	Base universal Tlalcalcalpan	Calle Morelos, esquina independencia.	3
10	Base Morelos	Calle independencia, esquina Morelos.	10
11	Base Caracoles	Calle maría de Guadalupe.	54
<b>Total de Agremiados</b>			<b>502</b>

Fuente: Dirección de Movilidad y Transporte de Almoloya de Juárez (2023)

### 5.2.7. Industria

En la tabla 23 se muestra un registro de las gasolineras, ladrilleras e industrias que actualmente laboran en el Municipio de Almoloya de Juárez.

**Tabla 23. Padrón de Gasolineras, Gaseras y ladrilleras en Almoloya de Juárez.**

Propietario	Ubicación	Colonia	Localidad
Estaciones y servicios energéticos S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera Toluca-Atlacomulco km. 19+100	Mina México
Servicios Gasolineros de México S.A. De C.V.	Gasolinera	Domicilio conocido	Mina México
Servicios Gasolineros de México S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera Zitácuaro km 17.5	Paraje Yukón
Servicios gasolineras de México S.A. De C.V.	Gasolinera	Vicente guerrero n°.16	Almoloya de Juárez, centro
Servicios cubija S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera Toluca Almoloya km. 4.5	Santiaguito Tlalcalcalpan
Comercializadora energéticos santa Juana S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera libre federal Toluca-Amomolulco	Santa Juana Segunda Sección
Comercializadora energéticos rancho san juan S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera Toluca-Atlacomulco km19+100	Mina México
Malsan S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera federal n°.15 Toluca-Zitácuaro km.24.4	El Tepetatal
Estación altiplano S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera estatal Toluca-Almoloya de Juárez km.4.2	Santa Juana primera sección
Súper servicios del valle del oriente S.A. De C.V.	Gasolinera	Carretera Toluca-Zitácuaro km 14.5	Santa María Nativitas
Combugas S.A. De C.V.	Estación de carburación de gas L.P para venta al público en general	Camino a las cruces n°.270	Barrio la Cabecera Segunda Sección
Combugas S.A. De C.V.	Estación de carburación de gas L.P para venta al público en general	Carretera Toluca- valle de bravo	San francisco Tlalcalcalpan
Combustibles y gases de Tepeji S.A. De C.V.	Estación de carburación de gas L.P para venta al público en general	Calle s/n n°.02	Barrio de san pedro
Gas imperial S.A de C.V.	Planta de almacenamiento de gas LP	Carretera federal n°.15	Paredón ejido
Gas imperial S.A de C.V	Estación de gas L.P	Carretera Toluca-Zitácuaro km.18.5	San miguel Almoloyan
Gas imperial S.A de C.V	Estación de gas L.P	Avenida Benito Juárez s/n	Barrio la cabecera primera sección
Estrada Sánchez armando	Venta y elaboración de block	Carretera Toluca-Zitácuaro km.26	Paredón ejido
Estrada Sánchez armando	Venta y elaboración de block	Carretera Toluca-Zitácuaro km.26	Paredón ejido
Bloquera villa block S.A de C.V	Elaboración de block	Domicilio conocido	San Lorenzo Cuauhtenco

Belagua S.A. De C.V.	Taller de metal y torno	Carretera Toluca-Zitácuaro km.15	San miguel Almoloyan
Papelera del nevado S.A. De C.V.	Fabricación de papel	Carretera federal Toluca-Zitácuaro km 16	San miguel Almoloyan
Industrias continental electric S.A de C.V.	Fabricación de transformadores	Carretera Toluca-Zitácuaro km.20	Chanchiqui San Diego
Avilés Pérez Yesenia	Fabricación de estructuras metálicas	Carretera Toluca-Zitácuaro km23	San pedro la hortaliza
Envases y embalajes	Envases y embalajes	Carretera Toluca-Zitácuaro km.18.5	San miguel Almoloyan
T&t maquiladora cosmética S.A. De C.V.	Elaboración de productos de belleza	Carretera Toluca-Zitácuaro s/n	San Miguel Almoloyan

Fuente: Dirección de Desarrollo Económico de Almoloya de Juárez (2023).

### 5.2.8. Generación y gestión de residuos

Actualmente el Municipio no cuenta con un sitio de disposición final para los residuos sólidos, por lo que se acude al relleno sanitario de Zinacantepec. La falta de un sitio de disposición final adecuado ha convertido la eliminación de residuos en una actividad problemática insostenible, haciendo que los residuos se depositen con frecuencia en tiraderos a cielo abierto o se incineren de manera inadecuada, lo que genera contaminación del aire, el suelo y el agua; a lo que el municipio debe adaptarse haciendo importante que en Almoloya de Juárez se cuente con un sitio de disposición final que cumpla con las condiciones sanitarias y ambientales necesarias y que tenga una capacidad de más de 50.000 toneladas de residuos que se generan anualmente en el Municipio; invertir en la implementación de un sistema eficiente de gestión de residuos es una inversión en el presente y a futuro para el municipio.



## **ETAPA 2**

***Capítulo 6. Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero***

***Capítulo 7. Vulnerabilidad al Cambio Climático***

***Capítulo 8. Mitigación al Cambio Climático***

***Capítulo 9. Adaptación al Cambio Climático***

***Capítulo 10. Consideraciones Finales***

## CAPÍTULO 6. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

### 6.1. Introducción

El IPCC define a los gases de efecto invernadero como el componente gaseoso de la atmósfera –ya sea de origen natural o antropogénico–, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad da lugar al efecto invernadero (INECC, 2018). Los principales gases responsables del efecto invernadero natural son:

- El vapor de agua ( $H_2O$ ) producido por la evaporación del agua.
- El dióxido de carbono ( $CO_2$ ) generado a partir de la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica muerta y los incendios naturales.
- El metano ( $CH_4$ ) emitido por los humedales y los rumiantes durante su proceso digestivo.
- El óxido nitroso ( $N_2O$ ) producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica.
- El ozono ( $O_3$ ) que resulta de la unión natural de tres átomos de oxígeno.

### 6.2. Metodología

Para la elaboración del inventario municipal de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los sectores Energía, Residuos y AFOLU se consideró como año base el 2020/2023, por lo que toda la información de los datos pertenece a las actividades de estos años.

La metodología empleada para las emisiones fue calculada con base en las directrices del IPCC 2006.

El inventario de Gases de Efecto Invernadero del municipio de Almoloya de Juárez se alinea a las metodologías de los Inventarios Estatales y Federales, las emisiones que aquí se muestran son: gases como el bióxido de carbono ( $CO_2$ ), metano ( $CH_4$ ) y Óxido nitroso ( $N_2O$ ), tal y como se puede apreciar en la siguiente manera:

### 6.3. Cálculo de emisiones por Sector

#### 6.3.1. Sector energía

El sector energético se enfoca en la producción, distribución y consumo de energía en todas sus formas para satisfacer las necesidades de la sociedad y la economía.

##### 6.3.1.1. Industria de la energía

Almoloya de Juárez no cuenta con termoeléctricas, por lo tanto, no aplica.



### 6.3.1.2. Industria manufacturera

- El municipio de Almoloya de Juárez cuenta con dos industrias manufactureras (Tabla 24).
- Los combustibles empleados son: gas natural y diésel.

**Tabla 24. Consumo de Combustible por año.**

Subcategoría	Clave IPCC	Tipo de combustible	Consumo de combustible (m <sup>3</sup> /año) o (ton/año)	Consumo de Combustible (TJ/año)
Industria Manufacturera	1A2	Gas L.P	101.95	2.7
		Gas Natural	0.00	0.0
		Diésel	124.18	4.7
		Combustóleo	18,045.00	726.1
		Carbón	0.00	0.0
		Coque de Petróleo	0.00	0.0

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

**Tabla 25. Cálculo de emisiones con base al tipo de gas**

Clave IPCC	Subcategoría	Combustible	Emisión CO <sub>2</sub> [Gg/año]	Emisión CH <sub>4</sub> [Gg/año]	Emisión N <sub>2</sub> O [Gg/año]
1A2	Industria Manufacturera	Gas L.P	0.17	0.00000	0.000000
		Gas Natural	0.0	0.00000	0.000000
		Diésel	0.35	0.00001	0.000003
		Combustóleo	56.20	0.00218	0.001089
		Carbón	0.00	0.00000	0.00000
		Coque de Petróleo	0.00	0.00000	0.00000

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

**Tabla 26. Emisiones anuales en CO<sub>2</sub>**

Cálculo de las Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]					
Clave IPCC	Subcategoría	Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]			Emisión Total de CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]
		Gas			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1A2	Industria Manufacturera	0.17	0.000	0.0001	0.17
		0.00	0.000	0.0000	0.00
		0.35	0.000	0.0008	0.35
		56.20	0.061	0.2886	56.55
		0.00	0.000	0.0000	0.00
		0.00	0.000	0.0000	0.00
	<b>Total</b>	<b>56.72</b>	<b>0.06</b>	<b>0.29</b>	<b>57.07</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

Con base en el análisis de la información presentada en las tablas 25 y 26 se obtiene que Almoloya de Juárez produce aproximadamente 57.07 Gg/CO<sub>2</sub>eq por año, y de acuerdo con datos del INECC (2021), el total de emisiones de CO<sub>2</sub>eq emitidas por el país fue de 43,992.24 Gg/CO<sub>2</sub>eq durante el año 2021, esto tomando en cuenta todos los combustibles.

Es evidente que la comparación del municipio junto con los datos de todo el país no es equivalente, sin embargo, es importante considerar que la disminución de emisiones en la industria debe ser tomada en cuenta con rigurosidad. Considerando el incremento en el cambio climático, el municipio debe tomar acciones que permitan la mitigación parcial de estas emisiones.

### 6.3.1.3. Transporte

Los combustibles empleados se utilizan principalmente en los siguientes medios de transporte:

- Vehículos particulares.
- Camiones de carga.
- Vehículos de trabajo.
- Motocicletas.
- Etc.

Considerando que el diésel y la gasolina representan los principales combustibles consumidos, se procedió a determinar dichos valores de consumo mediante:

- Oficio: PMAJ/DMA/FSST/145/2023, enviado por MALSAN S.A. DE C.V. el 15 de mayo del 2023.
- Oficio: PMAJ/DMA/FSST/146/2023, enviado por COMERCIALIZADORA ENERGÉTICOS RANCHO SAN JUAN S.A. DE C.V. el 15 de mayo del 2023.
- Oficio: PMAJ/DMA/FSST/148/2023, enviado por SERVICIOS CUBIJA S.A. DE C.V. el 23 de mayo del 2023.
- Oficio: PMAJ/DMA/FSST/167/2023, enviado por MOBIL COATMOL el 23 de mayo de 2023.
- Oficio: PMAJ/DMA/FSST/168/2023, enviado por PEMEX el 23 de mayo del 2023.

**Tabla 27. Cálculo de emisiones con base al tipo de gas.**

Clave IPCC	Subcategoría	Combustible	Emisión CO <sub>2</sub> [Gg /año]	Emisión CH <sub>4</sub> [Gg /año]	Emisión N <sub>2</sub> O [Gg /año]
1A3	Transporte	Gas L.P.	0.00	0.00	0.00
		Gas Natural	0.00	0.00	0.00
		Diésel	37.38	0.0020	0.00820
		Gasolina	95.57	0.005	0.01103
		Turbosina	0.00	0.00	0.00

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

La tabla 27 presenta datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con diferentes tipos de combustibles utilizados en el transporte.

Clasifica los combustibles según su tipo (Gas L.P., Gas Natural, Diésel, Gasolina, Turbosina) y proporciona las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en Gg/año (gigagramos por año) para cada tipo de combustible.

Es crucial evaluar la huella de carbono y diseñar estrategias para reducir las emisiones asociadas con el transporte, lo que podría incluir la promoción de combustibles más limpios o tecnologías de vehículos más eficientes.

**Tabla 28. Datos de actividad y consumo de combustible.**

Clave IPCC	Subcategoría	Tipo de Combustible	Consumo de Combustible (m <sup>3</sup> /año)	Consumo de Combustible (TJ/año)
1A3	Transporte	Gas L.P.	0.00	0.00
		Gas Natural	0.00	0.00
		Diésel	13,236.00	504.5
		Gasolina	39,293.00	1379.1
		Turbosina	0.00	0.00

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

En la Tabla 28, se detallan los datos de actividad y consumo de combustible para el transporte, similar a la tabla anterior, pero con un enfoque más específico en la cantidad de combustible consumido.

Proporciona el consumo de combustible en m<sup>3</sup>/año (metros cúbicos por año) y TJ/año (terajulios por año) para cada tipo de combustible utilizado en el transporte.

Estos datos son esenciales para comprender la demanda energética del sector de transporte y pueden utilizarse para calcular las emisiones totales de GEI.

**Tabla 29. Cálculo de las Emisiones anuales en CO<sub>2</sub>eq [Gg/año].**

Cálculo de las Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]					
Clave IPCC	Subcategoría	Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]			Emisión Total de CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]
		Gas			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1A3	Transporte	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00
		37.38	0.056	2.1725	39.61
		95.57	0.147	2.924	98.64
		0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Total</b>	<b>132.96</b>	<b>0.20</b>	<b>5.10</b>	<b>138.25</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

La tabla 29 se muestra el cálculo de emisiones anuales de gases de efecto invernadero expresadas en CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq) en gigagramos por año (Gg/año). Los gases incluidos son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Las emisiones se desglosan por categoría IPCC, subcategoría y tipo de gas, con una columna adicional para la emisión total de CO<sub>2</sub>eq. Por ejemplo, la primera fila bajo la categoría "Transporte" muestra emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en 0 Gg/año, mientras que la última fila resume la emisión total de CO<sub>2</sub>eq para esa categoría, que es de 138.26 Gg/año.

#### 6.3.1.4. Componente comercial

En cuanto al subsector comercial, se consideraron los comercios de todo el Municipio que en sus procesos utilizan algún tipo de combustible, siendo estos comercios, tortillerías, hoteles, moteles, rosticerías, panaderías, pastelerías, restaurantes, cocinas económicas, etc.



Para obtener los datos sobre los consumos, fue necesario hacerlo a través de: *Oficio: PMAJ/DMA/FSST/005/2024*, enviado por la SEMARNAT el 11 de mayo de 2024 y los cuales se muestran en la Tabla 30.

**Tabla 30. Tipos de combustibles empleados en los comercios.**

Clave IPCC	Subcategoría (Otros sectores)	Tipo de Combustible	Consumo de combustible (m <sup>3</sup> /año)
1A4a	Sector Comercial	Gas Natural	179,397.00
		Gas L.P.	1,270.00
		Carbón	0.00

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

Según la información obtenida y mostrada en la Tabla 31, el consumo de gas natural es de 179,397 m<sup>3</sup>/año, siendo el combustible más utilizado por los comercios existentes en Almoloya de Juárez. El gas LP reportó un gasto de 1,270 m<sup>3</sup>/año, siendo el segundo más utilizado dentro del Municipio.

**Tabla 31. Cálculo de emisiones con base al tipo de gas**

Clave IPCC	Subcategoría (otros sectores)	Combustible	Emisión CO <sub>2</sub> [Gg/año]	Emisión CH <sub>4</sub> [Gg/año]	Emisión N <sub>2</sub> O [Gg/año]
1A4a	Sector Comercial	Gas Natural	0.38	0.0000	0.0000
		Gas L.P.	2.09	0.0002	0.0000
		Carbón	0.00	0.00	0.00

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023)

**Tabla 32. Total de emisiones del sector comercial en CO<sub>2</sub>eq**

Cálculo de las Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]					
Clave IPCC	Subcategorías (Otros Sectores)	Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]			Emisión Total de CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]
		Gas			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1A4a	Sector Comercial	0.38	0.001	0.000	0.381
		2.09	0.0002	0.000	2.091
		0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Total</b>	<b>2.47</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>2.48</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

El empleo de estos combustibles genera principalmente emisiones de CO<sub>2</sub> (Tabla 32), que se han multiplicado, como ya se ha conocido y tienen consecuencias, aunque no sea el único gas que contribuye al calentamiento. También otros gases naturales (metano, óxido nitroso) o artificiales (gases fluorados) forman parte de los GEI (Naciones Unidas, 2022).

Dentro de esta subcategoría el municipio de Almoloya de Juárez muestra una producción anual de 2.48 Gg/año de CO<sub>2</sub>eq, lo cual es sumamente preocupante tomando en cuenta que no se han agregado las emisiones producidas por el empleo de carbón, debido a esto es crucial desarrollar estrategias de regulación del uso de combustibles dentro del componente energético comercial.



### 6.3.1.5. Componente residencial

El componente residencial forma parte importante del consumo energético dentro del Municipio, siendo el gas L.P., gas natural y leña los principales combustibles empleados (Tabla 33), para obtener los valores de consumos, se obtuvieron a través de:

- Oficio: PMAJ/DMA/FSST/005/2024, enviado por la SEMARNAT el 11 de mayo de 2024.

**Tabla 33. Consumo de combustible en TJ/año con base a los tipos de combustible empleados**

Clave IPCC	Subcategoría (Otros sectores)	Tipo de Combustible	Consumo de combustible (m <sup>3</sup> /año) o (ton/año)	Consumo de Combustible (TJ/Año)
1A4b	Sector Residencial	Gas Natural	218,040.00	8.3
		Gas L.P.	17,649.00	461.0
		Leña	12,166.00	176.2

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

**Tabla 34. Emisiones de GEI, según el tipo de combustible**

Clave IPCC	Subcategoría (otros sectores)	Combustible	Emisión CO <sub>2</sub> [Gg/año]	Emisión CH <sub>4</sub> [Gg/año]	Emisión N <sub>2</sub> O [Gg/año]
1A4b	Sector Residencial	Gas Natural	0.47	0.00004	0.000001
		Gas L.P.	29.09	0.00231	0.000046
		Leña	19.74	0.05287	0.000705

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

**Tabla 35. Emisiones anuales en CO<sub>2</sub>eq [Gg/año]**

Cálculo de las Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]					
Clave IPCC	Subcategorías (Otros Sectores)	Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]			Emisión Total de CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]
		Gas			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1A4b	Sector Residencial	0.47	0.001	0.0002	0.47
		29.09	0.065	0.012	29.17
		19.74	1.480	0.1868	21.41
	<b>Total</b>	<b>49.30</b>	<b>1.55</b>	<b>0.20</b>	<b>51.05</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

Con base a las tablas 33, 34 y 35 podemos decir que el sector residencial produce 645.5 TJ/año los cuales resultan de la suma de 8.3 TJ/año del uso de gas natural, 461.0 TJ/año del uso de gas L.P. y 176.2 TJ/año del uso de la leña.

El total de emisiones producidas por el sector residencial del municipio de Almoloya de Juárez representa un valor de 51.05 Gg/año de CO<sub>2</sub>eq, la utilización de estos combustibles genera principalmente dióxido de carbono, uno de los principales gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global. Este compuesto, liberado en grandes cantidades a la atmósfera, contribuye de manera significativa al cambio climático y sus consecuencias devastadoras para el medio ambiente y la vida en el planeta.

En el contexto actual de creciente preocupación por el medio ambiente y la sostenibilidad energética, el sector residencial juega un papel fundamental en la búsqueda de alternativas más eficientes y limpias en

el uso de combustibles por lo que es crucial abordar este problema con urgencia y adoptar medidas que fomenten el uso de fuentes de energía más limpias y sostenibles, reduciendo así la dependencia de combustibles fósiles y mitigando los impactos negativos que tienen sobre nuestro entorno.

### 6.3.1.6. Componente agrícola

El combustible de tipo diésel se emplea en los siguientes equipos:

- Cosechadoras.
- Labranza (arados, rastras de disco, rastras de dientes o gradas).
- Cultivador.
- Tractor.
- Excavadoras.
- Desbrozadora.

**Tabla 36. Consumo de combustible en TJ/año con base a los tipos de combustible empleados**

Clave IPCC	Subcategoría (Otros sectores)	Tipo de Combustible	Consumo de combustible (m <sup>3</sup> /año)	Consumo de Combustible (TJ/Año)
1A4bc	Sector Agrícola	Gas L.P.	235.06	6.1
		Diésel	0.00	0.00

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

**Tabla 37. Emisiones de GEI, según el tipo de combustible**

Clave IPCC	Subcategoría (otros sectores)	Combustible	Emisión CO <sub>2</sub> [Gg/año]	Emisión CH <sub>4</sub> [Gg/año]	Emisión N <sub>2</sub> O [Gg/año]
1A4c	Sector Residencial	Gas L.P.	0.39	0.00003	0.000001
		Diésel	0.00	0.00000	0.000000

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

**Tabla 38. Emisiones anuales en CO<sub>2</sub>eq [Gg/año]**

Cálculo de las Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]					
Clave IPCC	Subcategorías (Otros Sectores)	Emisiones anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]			Emisión Total de CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]
		Gas			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1A4c	Sector Agrícola	0.39	0.001	0.0002	0.391
		0.00	0.065	0.012	0.077
	<b>Total</b>	<b>0.39</b>	<b>0.066</b>	<b>0.0122</b>	<b>0.468</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

El sector agrícola es una de las principales actividades económicas presentadas en el H. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez, dentro del sector el uso de combustible es importante, ya que se utiliza en la maquinaria agrícola, fundamental para los diferentes procesos como la preparación del suelo, siembra, cosecha y mantenimiento de los cultivos, y el transporte de productos agrícolas depende del uso de combustible.

Los principales combustibles empleados en este sector son gas L.P. y diésel (Tabla 36 y 37), sin embargo, teniendo como limitación la deficiente información acerca de los valores del consumo de diésel, se tiene que las emisiones de CO<sub>2</sub>eq son 0.468 Gg/año (Tabla 38), esto tomando en cuenta sólo los valores resultantes del empleo de gas L.P.

Este es un valor aparentemente insignificante, no obstante, es importante destacar que no se están tomando los valores de CO<sub>2</sub>eq producidos por la utilización de diésel, pese a lo cual los 0.468 Gg/año es solo un pequeño porcentaje de las emisiones totales.

La Tabla 39 proporciona información sobre las emisiones anuales municipales de gases de efecto invernadero en el sector de energía, específicamente en la categoría de Quema de Combustible (1A). Las emisiones se presentan en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) en gigagramos por año (Gg/Año).

**Tabla 39. Emisiones anuales de GEI**

EMISIONES ANUALES MUNICIPALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO					
SECTOR ENERGÍA					
Categoría: Quema de Combustible (1A)		Emisiones Anuales en CO <sub>2</sub> eq [Gg/Año]			Emisión Total de CO <sub>2</sub> eq [Gg/Año]
Clave IPCC	Subcategoría	Gas			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1A1	Industrias de la Energía (Generación de Electricidad)	0.00	0.00	0.00	0.00
1A2	Industria Manufacturera	56.72	0.061	0.298	57.07
1A3	Transporte	132.96	0.20	5.10	138.26
Otros Sectores (1A4)	1A4a Sector Comercial	2.48	0.01	0.00	2.48
	1A4b Sector Residencial	49.30	1.55	0.20	51.04
	1A4c Sector Agrícola	0.39	0.00	0.00	0.39
<b>Total</b>		<b>241.83</b>	<b>1.82</b>	<b>5.59</b>	<b>249.24</b>

Fuente: Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

Industrias de la Energía (Generación de Electricidad) (1A1): No hay emisiones registradas para este subsector.

Industria Manufacturera (1A2): Se emiten 56.72 Gg/Año de CO<sub>2</sub>, 0.061 Gg/Año de metano (CH<sub>4</sub>) y 0.298 Gg/Año de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), con una emisión total de 57.07 Gg/Año de CO<sub>2</sub>eq.

Transporte (1A3): Se emiten 257.49 Gg/Año de CO<sub>2</sub>, 0.39 Gg/Año de CH<sub>4</sub> y 8.32 Gg/Año de N<sub>2</sub>O, con una emisión total de 266.20 Gg/Año de CO<sub>2</sub>eq.

Otros Sectores (1A4): Esta sección incluye subcategorías como Sector Comercial, Sector Residencial y Sector Agrícola, pero no se registran emisiones para ninguna de ellas.

Finalmente, las Emisiones Totales del Sector Energía suman 314.20 Gg/Año de CO<sub>2</sub>, 0.46 Gg/Año de CH<sub>4</sub> y 8.61 Gg/Año de N<sub>2</sub>O, con una emisión total de 323.27 Gg/Año de CO<sub>2</sub>eq.



Es importante destacar que, si bien la quema de combustibles fósiles sigue siendo una fuente significativa de emisiones, existen áreas dentro del sector energético donde se han logrado avances en la reducción de emisiones. Por ejemplo, en el subsector de Industrias de la Energía (Generación de Electricidad) (1A1), no se registran emisiones.

Además, en el subsector de Industria Manufacturera (1A2) y Transporte (1A3), las emisiones totales son significativas, pero también se desglosan en diferentes tipos de gases de efecto invernadero. Estos datos resaltan la importancia de adoptar medidas específicas para reducir las emisiones de cada tipo de gas, como estrategias para reducir las emisiones de metano y óxido nitroso en la industria manufacturera y el transporte.

Como se puede observar las emisiones anuales para el sector energía del Municipio de Almoloya de Juárez fueron de 9.17 Gg de CO<sub>2</sub>eq, siendo los comercios quién representa la mayor emisión con 6.05 Gg de CO<sub>2</sub>eq, le sigue la subcategoría transporte con 2.47 Gg de CO<sub>2</sub>eq, las casas habitación aportan 0.42 Gg de CO<sub>2</sub>eq, los hornos ladrilleros aportan 0.16 Gg de CO<sub>2</sub>eq y las maquinaria que se emplea en la agricultura aporta 0.07 Gg de CO<sub>2</sub>eq, y no hay emisiones en la generación de electricidad, debido a que está actividad no se lleva a cabo el en Municipio.

### 6.3.2. Sector AFOLU

Las emisiones del sector AFOLU se deben a actividades asociadas a la ganadería, agricultura, cambios en el uso de la tierra y quema de biomasa. Mientras que las absorciones son el resultado de la permanencia de la vegetación que retira el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, a través de la fotosíntesis. En el sector AFOLU existen emisiones y absorciones que varían según la actividad o proceso que las origine, así como por la zona geográfica en la que se presenten.

En México, la ganadería de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI) publicado en 2021, se ubica como la tercera fuente de emisión del país ya que se estima que aporta el 15% de los GEIs del país con aproximadamente 110.27 Mt de CO<sub>2</sub>e (INECC, 2018). De los cuales el 75% corresponden a los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que provienen del metano (CH<sub>4</sub>) que es producto de la fermentación entérica y el 25% restante es producto del CH<sub>4</sub> y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que se generan durante la gestión del estiércol o manejo de excretas.

Las especies de rumiantes de relevancia productiva y, por lo tanto, incluidas dentro del INEGyCEI, son los bovinos, caprinos y ovinos (Figura 12). Por su parte, las especies no rumiantes y en las que también se estiman emisiones de CH<sub>4</sub> de origen entérico son los porcinos, equinos, asnos y mulas. Cabe señalar, que actualmente no se cuenta con la suficiente información sobre las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico en aves destinadas a la producción de huevo y carne, así como pavos (INAFED, 2023).

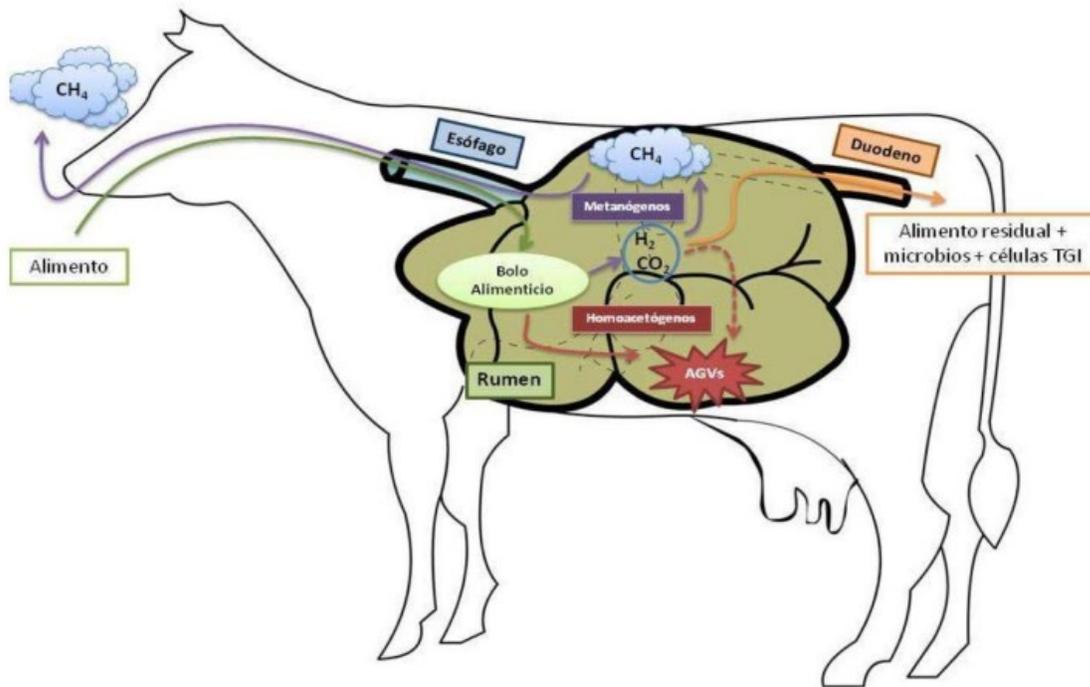


Figura 12. Esquema de producción de metano en rumiantes.

Fuente: INAFED, 2023.

### GyCEI en las categorías Ganadería y Agricultura del sector AFOLU

En estas categorías del sector AFOLU se estiman las emisiones de GyCEI generadas por las actividades ganaderas y agropecuarias que afectan los procesos como la nitrificación o desnitrificación, la fermentación entérica y la quema de biomasa.

#### 6.3.2.1 Ganadería (3A)

Incluye todos los sistemas de producción para el ganado en México: bovinos, destinados para la producción de carne y leche, porcinos, aves de corral destinados para la producción de carne y huevo, caprinos, ovinos, guajolotes, caballos, asnos y mulas. Los GyCEI que se emiten de estos sistemas de producción son el metano ( $CH_4$ ) y el óxido nítrico ( $N_2O$ ), que provienen de la fermentación entérica.

- a) **Fermentación entérica (3A1).** La fermentación entérica es un proceso digestivo en el que microorganismos fermentan el alimento que consumen los animales y se generan emisiones de  $CH_4$ . Debido a sus características digestivas, los rumiantes se asocian a una mayor emisión de  $CH_4$ .

Para la estimación de metano por fermentación entérica se tomaron en cuenta especies de bovinos de leche y canal, porcino de canal y ovino de canal, los datos se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2023. En la Tabla 40 se muestran los datos obtenidos de las emisiones de  $CH_4$  en el sector AFOLU.



**Tabla 40. Emisiones totales sector AFOLU.**

EMISIONES TOTALES SECTOR AFOLU		
GANADO	<b>3A1 Fermentación Entérica</b>	<b>CH<sub>4</sub> (kg)</b>
	3A1a Bovino de leche	599,555
	3A1a Bovino de canal	28,938
	3A1c Ovinos	230
	3A1h Porcinos	1,310
	<b>Total</b>	<b>630,033</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

El metano se produce durante la metanogénesis en condiciones anaeróbicas en suelos y depósitos de estiércol y a través de la fermentación entérica; además, se genera por la combustión incompleta durante el quemado de biomasa, así mismo se relaciona con actividades como la producción de ganado, manejo de excretas del ganado, incendios y quema de biomasa, inundación de cultivos como el arroz.

En la tabla 40, se puede observar la estimación de metano provenientes de diferentes especies de ganado, donde el ganado bovino encargado de producir leche genera más kg de metano con 599,55k kg y los que generan menos es el ganado ovino con 230 kg de metano.

### 6.3.3. Sector Desechos

El Sector Desechos forma parte de los cuatro sectores establecidos en las Directrices del IPCC para la estimación de los gases y compuestos de efecto invernadero.

Es importante mencionar, que en México el término “desechos” es conocido como “residuos”. Este último es el que se aplica en la Legislación Ambiental Mexicana y es utilizado en el Inventario Nacional de Emisiones de GyCEI para reportar las emisiones de este sector.

En México, los nombres han sido modificados con base en la terminología nacional, quedando como se muestra en la Tabla 41.

**Tabla 41. Categorías del Sector Residuos, comparación de la terminología IPCC y la Nacional.**

IPCC	México
[4A] Eliminación de Desechos Sólidos	[4A] Eliminación de Residuos Sólidos
[4B] Tratamiento Biológico de los Desechos Sólidos	[4B] Tratamiento Biológico de los Residuos Sólidos
[4C] Incineración e Incineración Abierta de Desechos	[4C] Incineración y Quema a Cielo Abierto de Residuos
[4D] Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales	[4D] Tratamiento y Descarga de Aguas Residuales

Fuente: INAFED (2023).

El IPCC propone la clasificación mencionada anteriormente, sin embargo, permite modificaciones ya que la categorización de los residuos puede ser diferente para cada país.

En México los residuos sólidos se clasifican en tres categorías (LGPGIR):

- **Residuos sólidos urbanos (RSU):** Son los generados en las casas habitación, establecimientos y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.



- **Residuos de manejo especial (RME):** Son los que se generan en los procesos industriales, y actividades comerciales y de servicios, como subproductos no deseados o como productos fuera de especificación).
- **Residuos peligrosos (RP):** Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o pueden contener agentes infecciosos. La NOM-052-SEMARNAT-2005 establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

#### 6.3.3.1 Eliminación de residuos sólidos (4A)

Para estimar las emisiones de GEI de la subcategoría de eliminación de residuos sólidos por la disposición final, se utilizan datos de actividad sobre la gestión, generación, composición y/o disposición de los residuos; aplicando un modelo de descomposición de residuos como el propuesto por el IPCC y los parámetros específicos para el modelo (INAFED, 2023).

Existen dos métodos comúnmente aceptables para estimar las emisiones de metano provenientes de la eliminación de desechos sólidos: descomposición de primer orden y compromiso de metano.

- a) Compromiso de metano (“Methane commitment”: MC):** Se toma un enfoque de ciclo de vida y balance de masa y se calculan las emisiones de los rellenos sanitarios basadas en la cantidad de residuos eliminados en un año dado, independientemente del momento en que se produzcan las emisiones (una parte de las emisiones se liberan cada año después de que el residuo se elimina). Para la mayoría de las ciudades, el método MC sobreestima las emisiones de GEI asumiendo que todo el carbono orgánico degradable dispuesto en un año dado se desintegrará y producirá metano inmediatamente (Dirección de Cambio Climático de Costa Rica, 2017).
- b) Método de descomposición de primer orden (FOD, por sus siglas en inglés):** En este método se formula la hipótesis de que el componente orgánico degradable (carbono orgánico degradable, COD) de los residuos se descompone lentamente a lo largo de unas pocas décadas, durante las cuales se forman el  $CH_4$ . Si las condiciones permanecen constantes, el índice de producción del  $CH_4$  depende únicamente de la cantidad de carbono restante en los desechos y, por lo tanto, las emisiones de  $CH_4$  generadas por los residuos depositados en un vertedero son más altas durante los primeros pocos años siguientes a la eliminación y luego decaen a medida que el carbono degradable de los residuos es consumido por las bacterias responsables de la descomposición (Dirección de Cambio Climático de Costa Rica, 2017).

Para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero del sector residuos (Tabla 42), el municipio tomó como base el método de descomposición de primer orden (FOD) asumiendo dicha metodología debido a que los RSU del municipio son depositados en el sitio de disposición final de Zinacantepec.



Tabla 42. Emisiones en el Sector Residuos

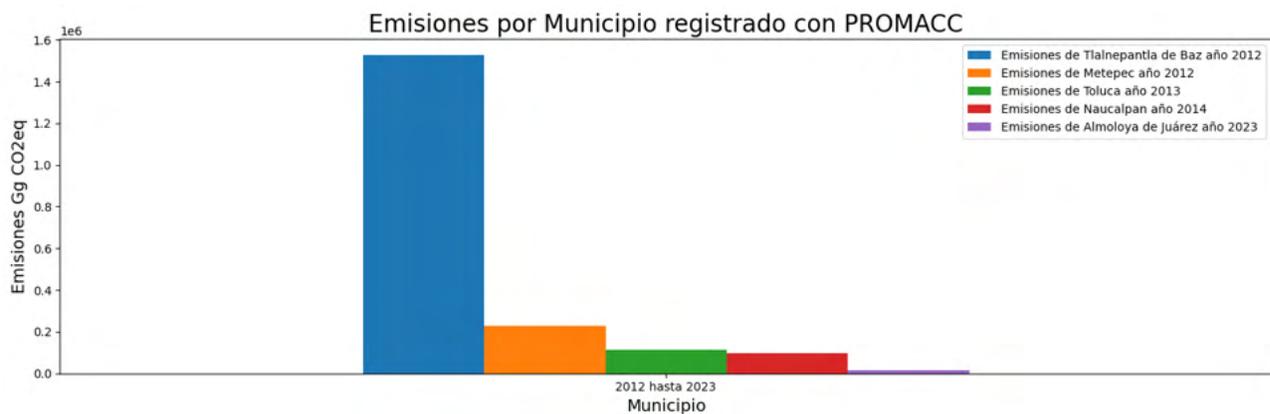
Cálculo de las Emisiones CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> eq					
Clave IPCC	Categoría 4 Residuos	Emisiones anuales en CH <sub>4</sub> [Gg /año]		Emisión total de CH <sub>4</sub> generado [Gg /año]	Emisión total de CO <sub>2</sub> eq generado [Gg /año]
		Componente	CH <sub>4</sub> (ton/año)		
4 A	Eliminación de Residuos Sólidos	Papel	5011.3	549.21	15.37
		Cartón	935.4		
		Textiles	0.00		
		Residuos de alimentos	135580.5		
		Madera	55523.4		
		Residuos de jardines	180773.9		
		Pañales	171386.1		

Fuente: Elaboración propia, con base en la metodología del IPCC (2006), 2024.

Para este inventario se consideraron los años 2022 y 2023 para la estimación de emisiones, es decir, previamente no se contaba con documentos de política ambiental como el PROMACC que permitiera realizar comparaciones entre los años, del mismo modo, no se contaba con datos de tonelaje de residuos en el Municipio.

La Figura 13 fue realizada con los datos obtenidos de los Programas Municipales de Acción ante el cambio climático de los municipios que cuentan con el documento. Aunque los documentos se crearon hace casi o más de diez años, es evidente que las emisiones aumentan según el crecimiento demográfico de una población: a mayor población, más residuos.

Es importante hacer hincapié en que, de acuerdo con los modelos de estimación del IPCC (2006), el municipio presenta una cantidad de emisiones relativamente baja comparada con las emisiones anuales de los otros municipios, esto puede ser debido al crecimiento demográfico, la falta de conciencia ambiental, el crecimiento industrial y a que no se cuenta con un programa sobre Gestión Integral de Residuos, lo cual debería recaer son suma importancia en las siguientes administraciones como parte de dicho programa.



**Figura 13. Comparación de emisiones de los municipios del EdoMéx que cuentan con PROMACC.**

Fuente: Elaboración propia (2024).

### 6.3.3.2 Quema a cielo abierto de Residuos (4C)

La quema a cielo abierto es un proceso inaceptable en términos ambientales, que genera sustancias que figuran en el Anexo C del Convenio de Estocolmo y varios otros contaminantes, producto de combustión incompleta. De conformidad con el Anexo C, Parte V, sección A, inciso (f) del Convenio de Estocolmo, lo más recomendable es reducir la cantidad de material que se elimina por quema a cielo abierto, con el objetivo de erradicar definitivamente este método (UNEP, 2008).

Aunque el mejor procedimiento para la disposición final de los residuos sólidos urbanos es su depósito en los rellenos sanitarios, no siempre puede accederse a confinamientos de este tipo por ser insuficientes los que hay en el país frente al volumen de residuos que produce una población calculada en 118 millones de habitantes (Figura 14). En México el 87% de los tiraderos de basura son a cielo abierto y sólo 13% son rellenos sanitarios, según datos del Instituto Nacional de Geografía e Informática (SEMARNAT, 2019).

Los estudios actuales indican que la quema a cielo abierto (Figura 15) constituye para la salud pública y el medio ambiente una amenaza más grave de lo que se creía. La combustión a baja temperatura y las condiciones de fuego lento habituales de la quema a cielo abierto promueven la formación de muchos elementos tóxicos y potencialmente nocivos, como las sustancias del Anexo C del Convenio de Estocolmo. Estos compuestos pueden formarse durante la quema a cielo abierto independientemente de la composición del material que se quema. Los residuos generados en fuentes de quema a cielo abierto pueden recorrer grandes distancias y depositarse en el suelo, plantas y agua (UNEP, 2008).



**Figura 14. Residuos generados durante la fiesta patronal, San Miguel Almoloyán 2023**

Fuente: Dirección de Medio Ambiente (2023).

La estimación de la cantidad de carbono fósil contenido en los residuos incinerados es el factor más importante para determinar las emisiones de  $CO_2$ . Las emisiones de  $CH_4$  y  $N_2O$  dependen más de la tecnología y de las condiciones predominantes durante el proceso de incineración. El método común para estimar las emisiones de  $CO_2$  provenientes de la incineración e incineración abierta de residuos se basa en una estimación del contenido de carbono fósil en los desechos quemados, multiplicado por el factor de oxidación, y en una conversión del producto (cantidad de carbono fósil oxidado) en  $CO_2$ .



Figura 15. Quema a Cielo Abierto en Almoloya de Juárez

Fuente: Dirección de Medio Ambiente (2023).

En las tablas 43 y 44 se muestran los resultados obtenidos de emisiones en esta subcategoría del sector desechos.

Tabla 43. Emisiones por quema a cielo abierto

Cálculo de las Emisiones anuales por componente					
Clave IPCC	Categoría 4: Eliminación de Residuos Sólidos	Emisiones anuales [Gg/año]			
		Gas			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CN
4C	Incineración y Quema a Cielo Abierto de Residuos	51.23	0.029	0.0068	0.029

Fuente: Elaboración propia, Dirección de Medio Ambiente, con base a la metodología del IPCC (2006), (2024).

Tabla 44. Emisiones según el tipo de gas

EMISIONES CO <sub>2</sub> eq Categoría 4C				
Tipo de gas	Emisiones del gas [Gg/año]	Potencial de Calentamiento Global (PCG)	Emisiones del gas *PCG	Emisiones CO <sub>2</sub> eq [Gg/año]
CO <sub>2</sub>	51.23	1	51.23	79.94
CH <sub>4</sub>	0.29	28	0.812	
N <sub>2</sub> O	0.0068	265	1.802	
CN	0.29	900	26.1	



Fuente: Elaboración propia, Dirección de Medio Ambiente, con base en la metodología del IPCC (2006), (2024).

La incineración inducida de desechos es un problema que afecta la calidad del aire en las ciudades. Se practica desde en los hogares, hasta la incineración masiva en rellenos sanitarios. Según la SEMARNAT (2021), durante la combustión se producen gases como monóxido y dióxido de carbono, dióxido de azufre, metales, dióxido de nitrógeno u ozono, por mencionar algunos.

Los problemas que ocasiona esta práctica son la afectación del sistema respiratorio y el tejido conjuntivo, a corto plazo, y a largo plazo enfisema pulmonar, cáncer, disrupción endocrina, espina bífida, malformaciones y alteraciones neuroconductuales, éstas últimas causadas por las sustancias tóxicas que dañan al planeta y que se emiten al quemar materia orgánica, plásticos y envases (Pérez, 2016).

Cuando se realiza la combustión de ciertos materiales, en este caso residuos sólidos municipales, los gases que se despiden en mayor cantidad son el dióxido de carbono y el carbono negro. Este último gas tiene un potencial de calentamiento global mayor a los demás emitidos, considerando de igual manera que el municipio reporta 79.94 Gg/año de  $\text{CO}_2\text{eq}$ .

El efecto del carbono negro en el ambiente no sólo produce el calentamiento de la atmósfera, también deteriora la calidad del aire y se le ha asociado con efectos negativos graves sobre la salud humana, daños a diversos ecosistemas y a la infraestructura urbana (SEGOB, 2017).

Con base en lo anterior, se debe priorizar un Plan de Manejo de Residuos en el Municipio que permita fomentar educación ambiental a la población en general, especialmente a las comunidades que, debido a la falta de cobertura por parte de los servicios de recolección de residuos, aún realizan prácticas de quema a cielo abierto.

### 6.3.3.3. Tratamiento y descarga de aguas residuales

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (por sus siglas en inglés IPCC) es el principal órgano internacional para la evaluación científica de este fenómeno y de la elaboración y actualización de las metodologías para estimar las emisiones Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en donde se incluye las estimaciones de GEI generadas por el tratamiento y descarga de aguas residuales.

En México de manera gradual la generación de aguas residuales ha aumentado conforme al crecimiento poblacional de cada municipio o entidad; lo que se debe al uso del agua en diferentes actividades cotidianas que se realizan en los: hogares, comercios e industrias; y que pueden ser tratadas en el sitio de generación (no recolectadas), transferirse por el sistema de alcantarillado a una planta de tratamiento (recolectadas) o desechadas sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües a un cuerpo de agua como sería un río o un lago.

Los métodos o procesos de tratamiento secundario de las aguas residuales más comunes en nuestro país son las instalaciones centralizadas para el tratamiento con lodos activados y las lagunas estabilizadoras para aguas residuales. Varios ejemplos del diseño de plantas y tipos de tratamiento de aguas residuales

que se realizan en México se pueden consultar en los Inventario de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación.

En el tratamiento de las aguas residuales se generan emisiones de  $CH_4$  y  $N_2O$ . El  $CH_4$  se produce en mayores cantidades en las plantas de tratamiento que utilizan procesos en un medio anaerobio y en las plantas de tratamiento con procesos aerobios mal operados. El  $N_2O$  se genera principalmente en las plantas que cuentan con un tratamiento terciario de eliminación de nutrientes y después de la descarga del agua residual tratada (efluente) a un cuerpo de agua. La cantidad de  $CH_4$  producido depende principalmente de la temperatura y del tipo de sistema de tratamiento, pero más aún de la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales, la cual se cuantifica estimando la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o de la Demanda Química de Oxígeno (DQO). Y el  $N_2O$ , depende principalmente del contenido de nitrógeno del agua residual.

### Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas

A las aguas residuales domésticas, también se les conoce como aguas residuales municipales y son aquellas que se generan principalmente en los hogares cuando se utiliza el agua para: la limpieza personal, limpieza de paredes y pisos de la casa, lavar la ropa, cobijas y el auto, el lavado de utensilios de cocina y su uso en la tasa de baño; aunque también contienen aguas residuales procedentes de las actividades comerciales y posiblemente de las industriales. Referente a los métodos de tratamiento de las aguas residuales domésticas, existen dos procesos, aeróbico (presencia de oxígeno) o anaeróbico (ausencia de oxígeno) lo que será más alta en medios anaerobios. Mientras que el  $N_2O$  se genera como subproducto de la nitrificación o como producto intermedio de la desnitrificación.

Durante el año 2020 operó un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en el municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México.

Para la estimación de emisiones de metano para el tratamiento y descargas de aguas residuales en Almoloya de Juárez, se aplicaron modelos de acuerdo con el IPCC (2006), así como factores de emisión y otros parámetros cuantitativos de acuerdo con la bibliografía adscrita en INAFED, 2023.

Se estimó la emisión de  $CH_4$  generada en la PTAR de Almoloya de Juárez, en valores de Giga gramos de  $CO_2$  equivalente (Gg  $CO_2eq$ ), utilizando la metodología descrita en INAFED, 2023.

### METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO ( $N_2O$ )

En esta sección, se describe la metodología para estimar el  $N_2O$  producido durante el tratamiento de aguas residuales, tratamiento de lodos que se produce dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales y después de la descarga de las aguas residuales tratadas.

Para la estimación de emisiones de óxido nitroso  $N_2O$  para el tratamiento y descargas de aguas residuales en Almoloya de Juárez, se tomaron datos de actividad, número de población, consumo anual de proteína per cápita, así como factores de emisión de la PTAR de Almoloya de Juárez.

Se estimó la sumatoria de óxido nitroso  $N_2O$  de emisión de cada vía de tratamiento y emisiones de óxido nitroso de cada efluente de cada vía de tratamiento generada en la PTAR de Almoloya de Juárez, para la estimación de óxido nitroso  $N_2O$ , es necesario tener los valores en gigagramos, por lo tanto:

**Tabla 45. Estimación de  $CH_4$  y  $N_2O$  en valores de gigagramos de  $CO_2$  equivalente**

Aguas Residuales		Gases			Total (Gg)		
PTAR		$CH_4$	$N_2O$ efluente	$N_2O$ planta	$\Sigma [N_2O \text{ efluente } N_2O \text{ planta}]$	$E_{Total} (CH_4)$ Gg $CO_2eq$	$E_{Total} (N_2O)$ Gg $CO_2eq$
Fraccionamiento Colinas del Sol		28,098.576	20,662.65	34,437.76	55,100.41	0.787	14.60
Planta	Colinas del Sol						
Proceso	Lodos activados (convencional)						
Cuerpo receptor	Colector Municipal						
Total ( $CH_4 + N_2O$ ) Gg $CO_2eq$						15.3884	

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

En la Tabla 45 se muestran las emisiones totales de  $CH_4$ ,  $N_2O$  efluente y planta calculadas en base a la metodología descrita en INAFED, 2023. La emisión total de óxido nitroso fue de 55,100.41 kg, la NOM-023-SSA1-1993 establece la concentración de óxido nitroso, como contaminante atmosférico, el cual no debe rebasar el límite máximo normado de 0.21 ppm o lo que es equivalente a 395  $\mu g/m^3$  (SEGOB, 1994), por lo que 55,100.14 kg de óxido nitroso es equivalente a 0.03 ppm siendo un valor por debajo del límite máximo normado.

Para estimar las emisiones de metano se utilizó la información de RECICLAGUA así como el total acumulado, ya que de acuerdo con la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) es el 80 % del lodo removido.

En la Tabla 46 se muestran los resultados generales de las emisiones en el sector desechos, considerando el potencial de calentamiento.

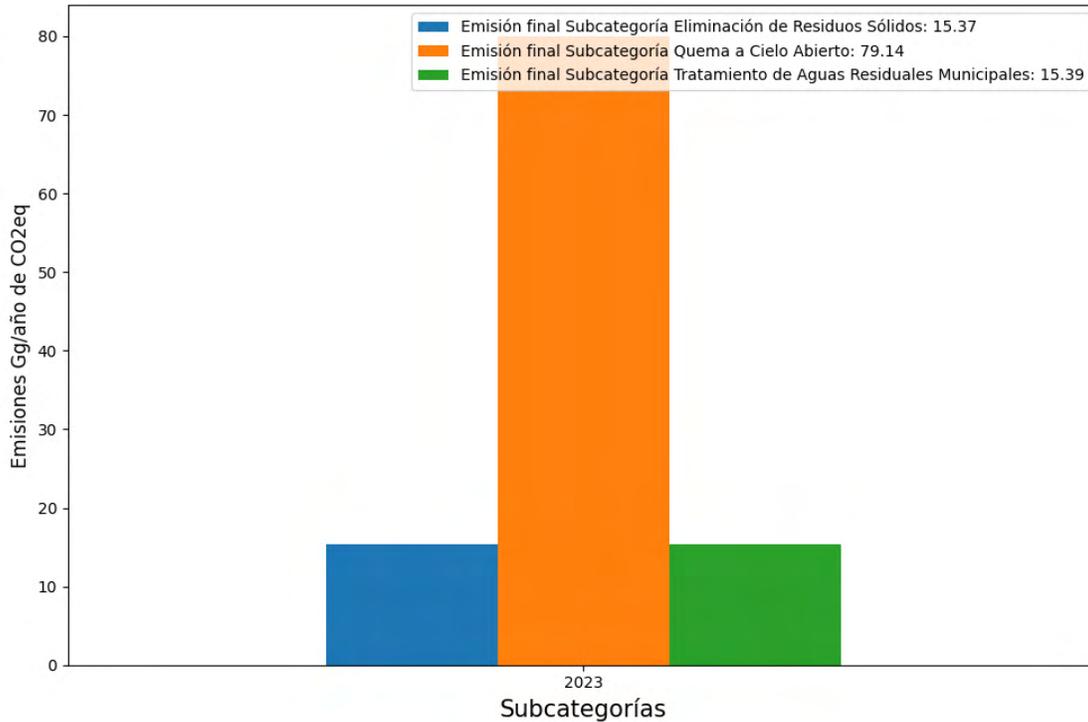
**Tabla 46. Emisiones para RSU y Quema a Cielo Abierto**

Sector Residuos		Gas [Gg/año]			Total
Categoría/Subcategoría		$CO_2$	$CH_4$	$N_2O$	Gg de $CO_2eq$
Total del Sector		51.23	549,235.025	11.47	51,242,253.93
3.A.1 Residuos Sólidos Urbanos		0	549.21	0	15,377.90
4B Tratamiento Biológico de los Residuos Sólidos		NA	NA	NA	NA
4C Incineración y quema a cielo abierto de residuos	4C1 Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	NA	NA	NA	NA
	4C2 Quema a cielo abierto de residuos sólidos	51.23	0.0068	0.029	53.84
4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		0	0.79	14.60	15.39

4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	NA	NA	NA
--	--	----	----	----	----

Fuente: Elaboración Propia con base en la metodología propuesta por el IPCC (2024).

**NOTA:** En la eliminación de RSU los gases  $CO_2$  y  $N_2O$  no se contabilizan debido a que se consideran emisiones indirectas.



**Figura 16. Emisiones finales para cada subcategoría del sector residuos**

Fuente: Elaboración propia, Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

Almoloya de Juárez es un municipio con una población en crecimiento, pues durante la última década ha experimentado un incremento significativo en la población. Para finales del año 2005, el número total de habitantes fue de 147,653 (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010), mientras que para finales del 2020 el número fue de 174,587 (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020).

De acuerdo con los datos de emisiones finales registrados en la Figura 16, este aumento poblacional puede tener varias implicaciones en las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a RSU, Quema a Cielo Abierto y Tratamiento de Aguas Residuales Municipales debido a:

- **Mayor Generación de Residuos:** Con un aumento en la población, generalmente hay una mayor generación de residuos sólidos, como desechos domésticos, comerciales e industriales. Esto puede resultar en una mayor cantidad de residuos que necesitan ser tratados y dispuestos, lo que a su vez puede aumentar las emisiones de GEI asociadas con la gestión de residuos.
- **Descomposición Anaeróbica:** Cuando los residuos sólidos orgánicos se depositan en vertederos, tienden a descomponerse en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno), produciendo metano ( $CH_4$ ),



un potente gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global. Cuanto más grande sea la cantidad de residuos orgánicos en los vertederos (que tiende a aumentar con el crecimiento poblacional), mayor será la producción de metano.

- **Consumo de Recursos y Residuos:** Una mayor población implica un mayor consumo de recursos naturales, como agua, alimentos, materiales de construcción, entre otros. La producción, procesamiento y distribución de estos recursos pueden generar emisiones de GEI. Además, el aumento en la producción de residuos sólidos urbanos también puede contribuir a las emisiones de metano (un gas de efecto invernadero) cuando estos residuos se descomponen en los vertederos.
- **Generación de metano y dióxido de carbono:** En los sistemas de tratamiento de aguas residuales anaeróbicas, se produce metano, un gas de efecto invernadero más potente que el dióxido de carbono en términos de su capacidad para atrapar el calor en la atmósfera. Además, durante los procesos de tratamiento y descomposición de las aguas residuales, se liberan dióxido de carbono.

#### 6.3.3.4. Tabla resumen de Emisiones de GEI en Almoloya de Juárez

En la Tabla 47 se muestra el total de las emisiones de GEI generados en cada uno de los sectores en el Municipio.

**Tabla 47. Emisiones de GEI en Almoloya de Juárez año base 2020-2023**

Sector	Emisiones anuales en CO <sub>2eq</sub> [Gg / año]			Emisión Total de CO <sub>2eq</sub> [Gg/año]	Emisión Total %
	Gas				
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Energía	241.83	1.82	5.59	249.24	27.71
Residuos	66.6	549.5	0.0068	616.11	68.49
Tratamiento de Aguas Residuales	0.787	N/A	14.60	15.387	1.71
AFOLU (Agricultura Silvicultura y Otros Usos de la Tierra)	N/A	18.77	NA	18.77	2.09
<b>Emisiones Totales de GEI</b>				<b>899.51</b>	<b>100</b>

Fuente. Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez, con base en la metodología propuesta por el IPCC (2024).

El sector Residuos es el que más emisiones aporta al Municipio, representando el 68.49 % del total, lo que corresponde a 616.11 de CO<sub>2eq</sub> [Gg/año], le sigue el sector Energía, con 249.24 de CO<sub>2eq</sub> [Gg/año], el sector AFOLU emite 18.77 de CO<sub>2eq</sub> [Gg/año] y, por último, el sector que tiene un menor porcentaje de emisiones es el de Tratamiento de Aguas Residuales, el cual solo representa el 1.71 % del total de las emisiones.



## CAPÍTULO 7. VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2007), la vulnerabilidad al cambio climático se refiere al grado en que un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos de este fenómeno, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos. Es una función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y la variación a la que un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

Para evaluar la vulnerabilidad de un sistema al cambio climático, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) se ha guiado bajo el enfoque del IPCC (2007), y se define por la siguiente ecuación:

$$V = E + S - CA$$

Dónde: V es la vulnerabilidad; E, la exposición; S, la sensibilidad; y, CA la capacidad adaptativa.

- a) **Exposición:** Es el carácter, magnitud y velocidad de cambio y variación del clima que afecta a un sistema.
- b) **Sensibilidad:** Es el grado en que un sistema es afectado por la variabilidad climática y el cambio climático debido a las características que lo definen.
- c) **Capacidad adaptativa:** Se refiere a los recursos humanos e institucionales que permiten detonar procesos de adaptación a una problemática climática específica.

El análisis de vulnerabilidad al cambio climático tiene como objetivo principal comprender cómo diferentes sistemas (ya sean ecológicos, sociales, económicos o infraestructurales) pueden verse afectados por los cambios en el clima. Esto implica evaluar la susceptibilidad de estos sistemas a los impactos del cambio climático y su capacidad para adaptarse y responder a esos cambios. Algunos de los objetivos específicos del análisis de vulnerabilidad al cambio climático incluyen:

- Identificar las áreas geográficas y los sectores más vulnerables al cambio climático.
- Identificar poblaciones y grupos vulnerables que pueden estar más expuestos a los impactos del cambio climático.
- Identificar factores como: cambio de uso de suelo y vegetación, regiones con déficit de precipitación, temperatura media anual, precipitación total anual.

### 7.1. Vulnerabilidad al cambio climático en Almoloya de Juárez

Conocer los impactos del cambio climático sobre el territorio municipal es de suma importancia, pues nos permite formular y ejecutar medidas que mitiguen los efectos adversos en los diferentes sectores del Municipio (economía, salud, infraestructura, población, uso de suelo, agricultura, etc.).

- **Impacto en la agricultura:** Dado que la agricultura es la principal actividad en el municipio (SIAP, 2014), puede enfrentar riesgos climáticos, como sequías, inundaciones, cambio de suelos y deslizamientos de tierras.



- **Infraestructura y servicios básicos:** Infraestructuras como; casas, escuelas, carreteras y suministros de agua, gas y luz pueden tener mayor vulnerabilidad debido a inundaciones, sequías, desplazamiento de tierras y aumento de población.
- **Salud pública:** Las condiciones climáticas como, aumento de temperatura, partículas suspendidas en el aire  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  y las precipitaciones, pueden ocasionar en la población diversas enfermedades. El aumento de temperatura puede ocasionar olas de calor, así como sequías y derivadas de ellas el levantamiento de partículas suspendidas en el aire que pueden propagar y ocasionar enfermedades y a las precipitaciones ocasionando inundaciones en comunidades rurales y urbanas, dando como consecuencia el desabasto de sistemas de drenaje.
- **Impacto en la biodiversidad:** El aumento de temperaturas y población en el municipio puede ocasionar la pérdida de hábitats, migración de especies y aparición de especies invasoras.
- **Cambio de Uso de Suelo:** Es provocado por las actividades antropogénicas, tiene influencia en procesos naturales como recarga de acuíferos, escurrimiento superficial, pérdida de suelo, entre otros, de ahí la importancia de conocer la dinámica de dicho cambio y sus posibles orígenes.

### 7.1.1. Vulnerabilidad hídrica

El cambio climático incrementa la escasez de agua y los peligros relacionados con este recurso, como inundaciones y sequías. Esto se debe a que el aumento de las temperaturas altera los patrones de precipitación y todo el ciclo del agua.

Almoloya de Juárez, al igual que muchas regiones de México, se encuentra en una situación de alta vulnerabilidad hídrica frente al cambio climático. Los impactos del cambio climático, como el aumento de la temperatura y cambios en los patrones de precipitación amenazan con afectar negativamente la disponibilidad y calidad del agua en la región.

El Municipio depende en gran medida de las aguas subterráneas para su suministro de agua potable. Las sequías y el aumento de la temperatura pueden reducir la recarga de estos acuíferos, lo que lleva a su agotamiento, el aumento de la temperatura y los cambios en los patrones de precipitación pueden aumentar la concentración de contaminantes en el agua, lo que la hace menos apta para el consumo humano y el uso agrícola.

### 7.1.2. Vulnerabilidad social

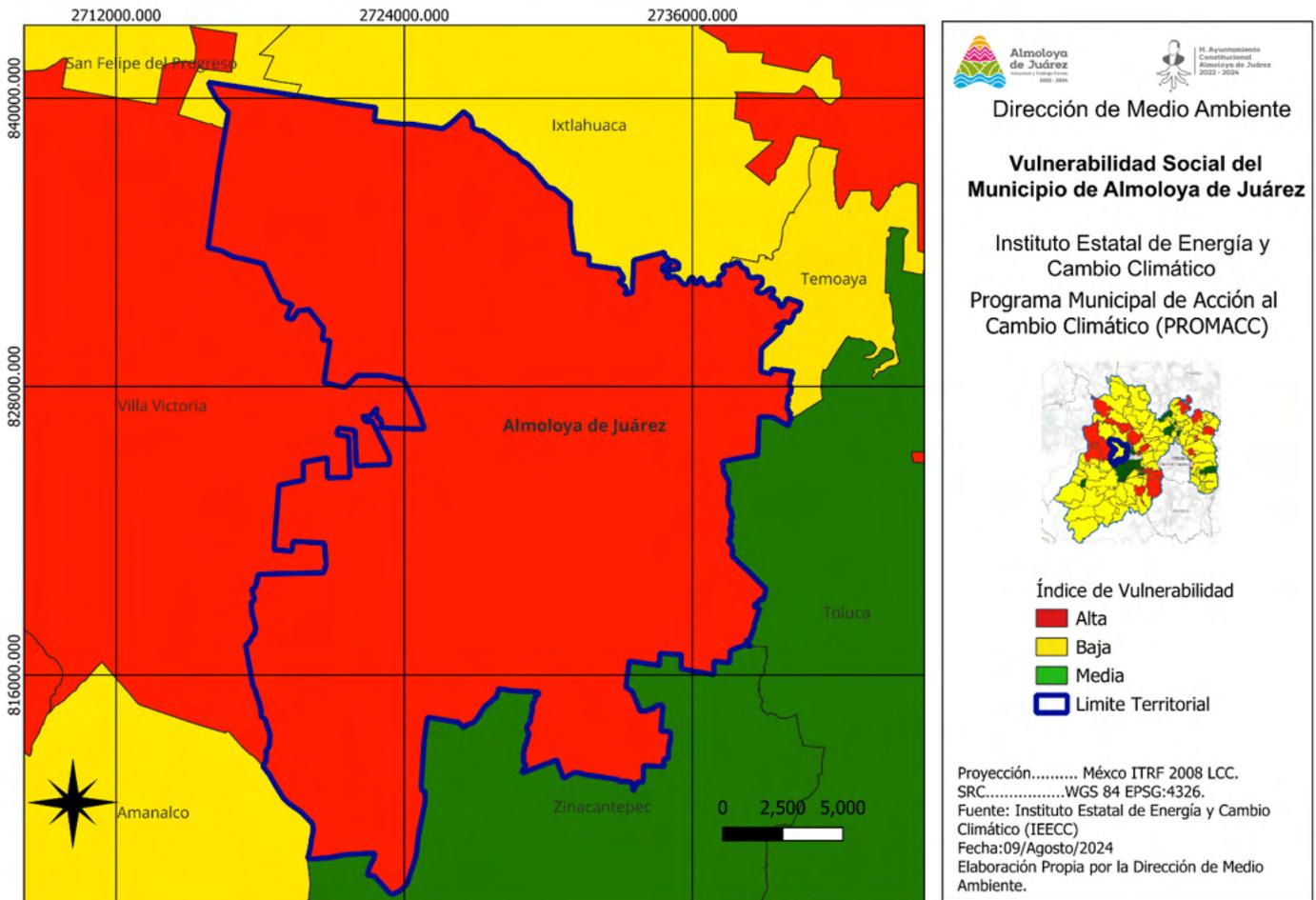
La vulnerabilidad social ante el cambio climático se refiere a la incapacidad de los grupos más vulnerables de la sociedad para hacer frente a los impactos de este fenómeno, tales como, inundaciones, deslizamientos, climas extremos, sequías e incendios forestales.

La vulnerabilidad social se determina con base a seis dimensiones: economía, salud, educación, vivienda, factores de la población y dependencia de la agricultura. Los riesgos que enfrentará la población a causa del cambio climático son el resultado de una combinación de factores naturales, sociales, económicos y regionales.

a) Vulnerabilidad social actual

A consecuencia del cambio climático, la población se verá en la necesidad de adaptarse a las condiciones cambiantes del ambiente. Los datos del mapa 7 indican que Almoloya de Juárez presenta una tasa de vulnerabilidad social alta, a medio y a largo plazo el incremento de la población, así como de las actividades primarias y secundarias, serán el factor principal de vulnerabilidad ante el cambio climático de la población del Municipio, por lo que es importante adoptar medidas de prevención en casos extremos durante épocas de altas precipitaciones, ondas gélidas y ondas de calor, ya que ciertas regiones no son provistas en su totalidad de agua potable y/o viviendas seguras y capaces de soportar desastres o eventos naturales.

Mapa 7. Vulnerabilidad Social en Almoloya de Juárez



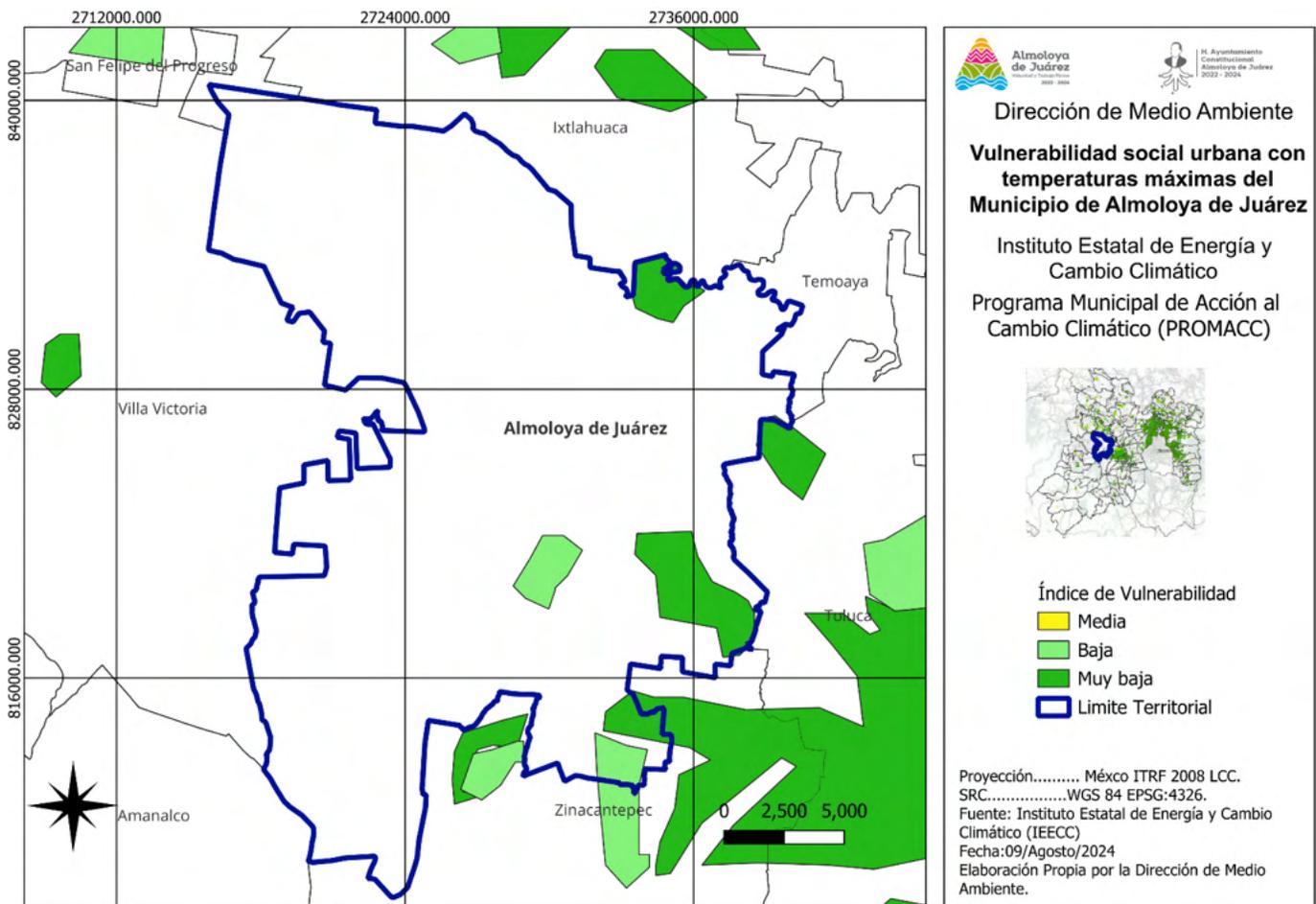
Fuente: Elaboración propia con base al Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (2023).

**b) Vulnerabilidad social urbana con temperaturas máximas**

La vulnerabilidad social urbana ante el cambio climático se refiere a la exposición de la población al estrés provocado por los efectos de este fenómeno, este estrés social puede incluir la alteración de las formas de vida y la adaptación forzada al entorno físico cambiante. El cambio climático puede perjudicar la infraestructura urbana, lo que puede afectar el acceso a servicios básicos y la calidad de vida.

En el mapa 8 se muestran las zonas urbanas de Almoloya de Juárez, en él podemos observar que el grado de vulnerabilidad social urbana respecto a temperaturas máximas va de bajo a muy bajo. Las localidades que presentan una vulnerabilidad muy baja son: Besana Ancha, Santiaguito Tlalcalcalci, San Mateo Tlachichilpan, Barrio Cabecera 2a Sección, Barrio San Pedro y Mayorazgo de León; las localidades que presentan una vulnerabilidad baja son: San Miguel Almoloyan y la Cabecera Municipal.

**Mapa 8. Vulnerabilidad social urbana con temperaturas máximas**



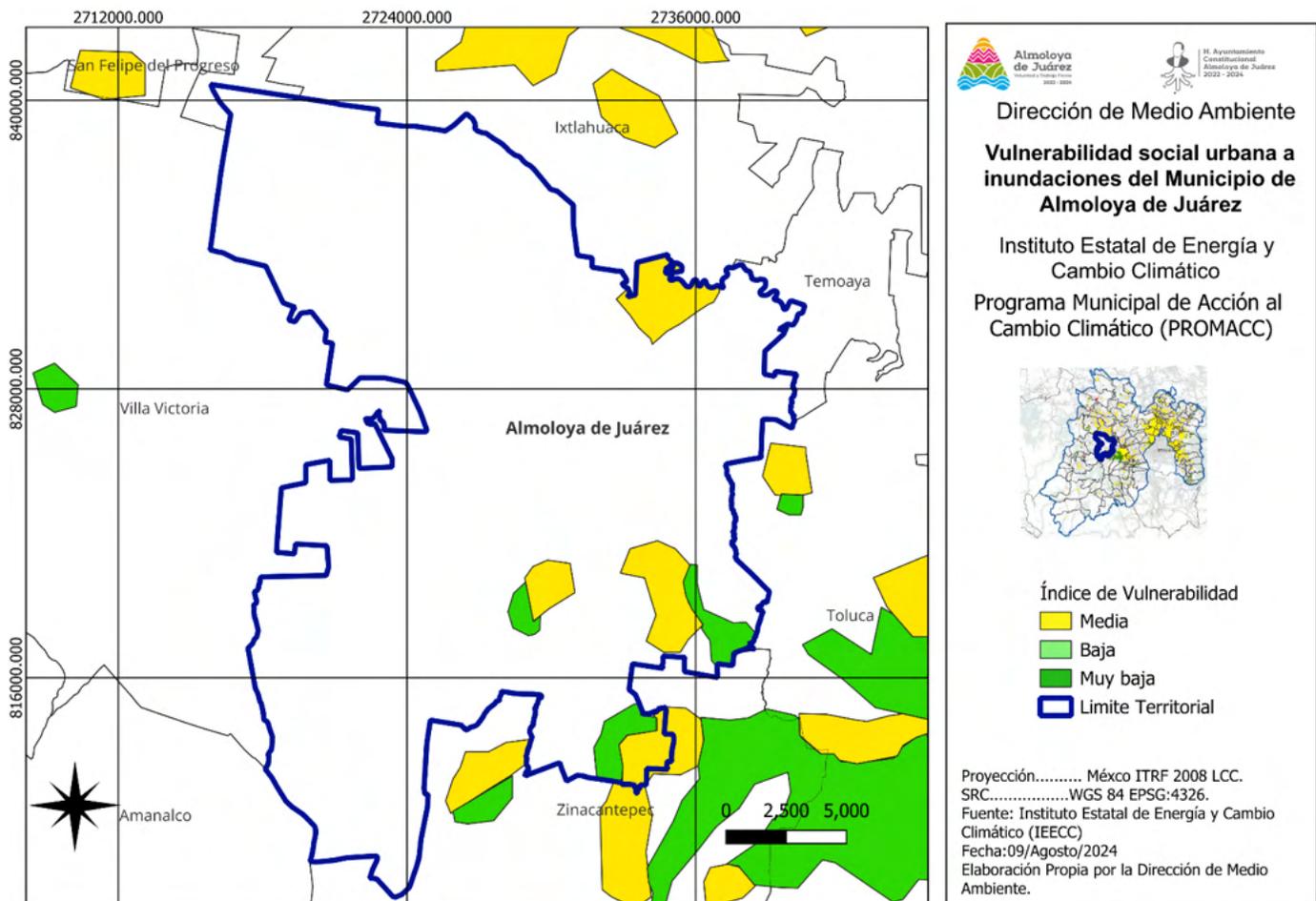
Fuente: Elaboración Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

**c) Vulnerabilidad social urbana a inundaciones**

En las localidades de Mayorazgo de León, Santa Juana 2a sección, Barrio cabecera 2a sección, Barrio San Pedro, Cabecera Municipal, San Miguel Almoloyan, y Barrio El Plan San Miguel presentan una vulnerabilidad media, sin embargo, en las localidades de Santiaguito Tlalcilcali y Paredón Centro presentan una vulnerabilidad muy baja (Mapa 9).

Debido al tipo de suelo (Vertisol) que se encuentra en un porcentaje del 57.6 %, principalmente en la parte central y la zona norte del Municipio las comunidades son más susceptibles a inundaciones, en el área rural del municipio, el porcentaje de ocupación de zonas inundables es del 8.043 % (Plan Municipal de Desarrollo Urbano, 2022) mientras en el área urbana el porcentaje de ocupación de zonas inundables es de 91.96 %.

**Mapa 9. Vulnerabilidad social urbana a inundaciones**



Fuente: Elaboración Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023)



### 7.1.3. Vulnerabilidad agrícola

Uno de los principales efectos que el cambio climático estará provocando en la agricultura será en la productividad de los cultivos, puesto que pueden reducir por las altas temperaturas, como consecuencia del estrés térmico e hídrico, disminución de la estación de crecimiento, mayor presencia de plagas y enfermedades. Por lo que se puede asumir que los productores agrícolas enfrentarán el reto de mantenerse y de ser competitivos en el ámbito comercial y productivo; a la vez que crecen las amenazas como el comportamiento incierto de factores hidrometeorológicos y la incertidumbre del comportamiento del mercado.

Al respecto, la agricultura es fundamental para el sostenimiento de las poblaciones humanas en dos aspectos: 1) provee a las poblaciones humanas de alimentos, materias primas, medicinas y otros bienes económicos; y 2) provee de servicios ecosistémicos, como: cultura y tradiciones en relación a la actividad agrícola, biodiversidad, formación de suelo, regulación de los ciclos hídricos, secuestro de carbono, entre otros. Las implicaciones del cambio climático en la agricultura apuntan a un cambio en la distribución de la vegetación que influye directamente en la producción de los cultivos

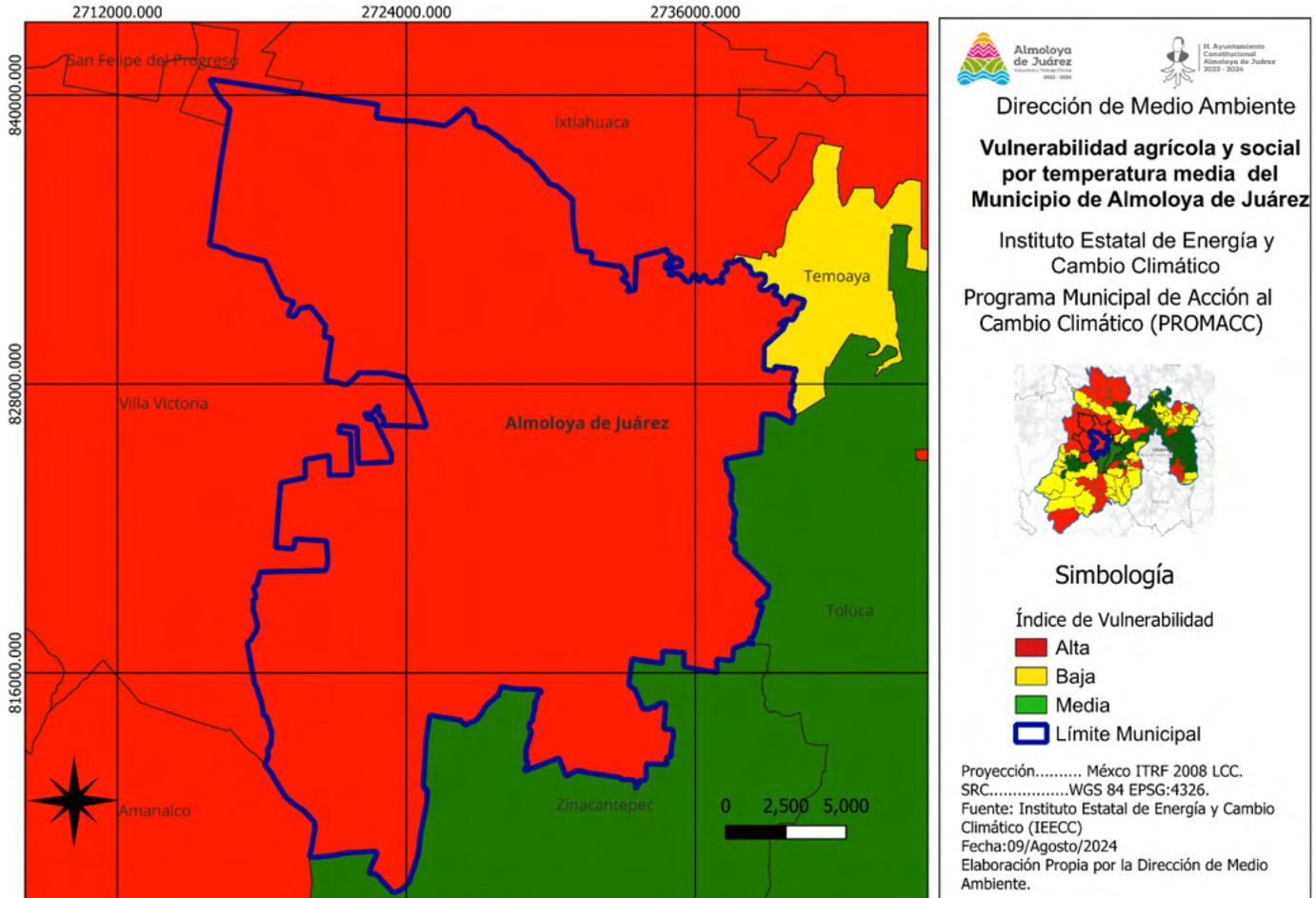
La agricultura es la principal actividad en localidades rurales y depende en su totalidad del clima, por tal razón toda variación o alteración que se genere ya sea disminución de lluvia o aumento de temperatura influye directamente en el desarrollo de cualquier cultivo.

En este sentido las actividades agrícolas probablemente se verán severamente afectadas en la disminución en los rendimientos de los cultivos, presencia de plagas, los procesos de degradación de suelos pueden aumentar. Las sequías, las inundaciones, las ondas de calor y otros eventos climáticos extremos perjudicaran de manera significativa las actividades agrícolas, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria.

#### a) Vulnerabilidad agrícola y social por temperaturas medias

La vulnerabilidad agrícola y social en Almoloya de Juárez (Mapa 10) a consecuencia de la temperatura media en un futuro lejano será alta por lo que es necesario tomar medidas de mitigación y adaptación en el sector AFOLU que es responsable de la mayoría de las emisiones en el Municipio.

Mapa 10. Pronóstico de la vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media en Almoloya de Juárez



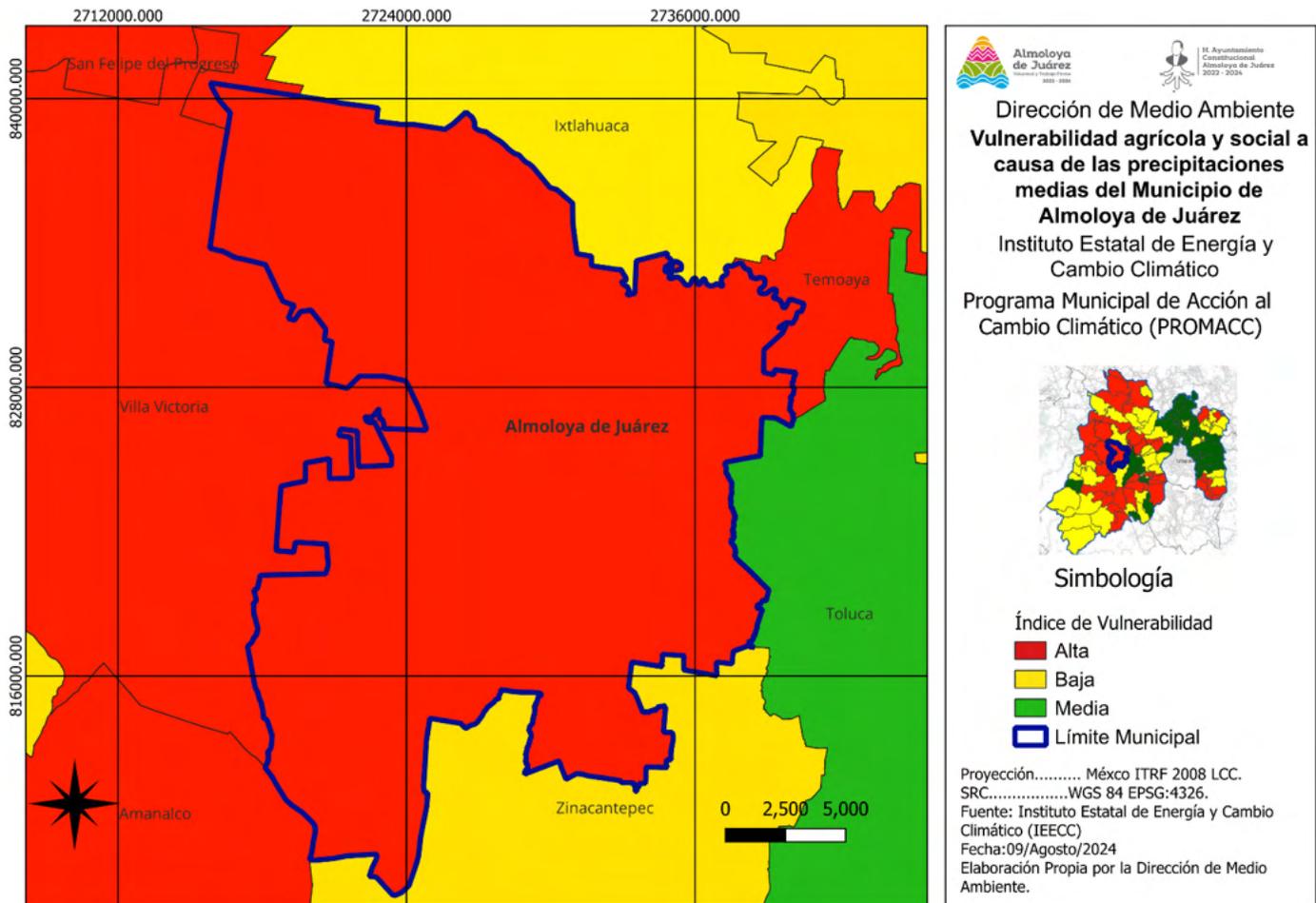
Fuente: Elaboración Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

**b) Vulnerabilidad agrícola y social por precipitaciones medias**

En general, se considera que el cambio climático puede intensificar las precipitaciones en algunas regiones, lo que puede llevar a inundaciones, deslizamientos de tierra y otros desastres naturales. En algunas regiones, las precipitaciones más intensas también pueden afectar negativamente la agricultura y la infraestructura.

Debido a que Almoloya de Juárez es un municipio con una gran superficie dedicada la agricultura y ganadería, el incremento del cambio climático se convierte en un estado alarmante que a largo plazo traerá consigo sequías y precipitaciones extremas, propiciando la pérdida de fertilidad del suelo y la capacidad de absorber carbono. Como se puede observar en el siguiente mapa, el Municipio tendrá vulnerabilidad agrícola y social alta con respecto a las precipitaciones medias en un futuro lejano (Mapa 11).

Mapa 11. Pronóstico de la vulnerabilidad agrícola y social a causa de las precipitaciones medias en Almoloya de Juárez.

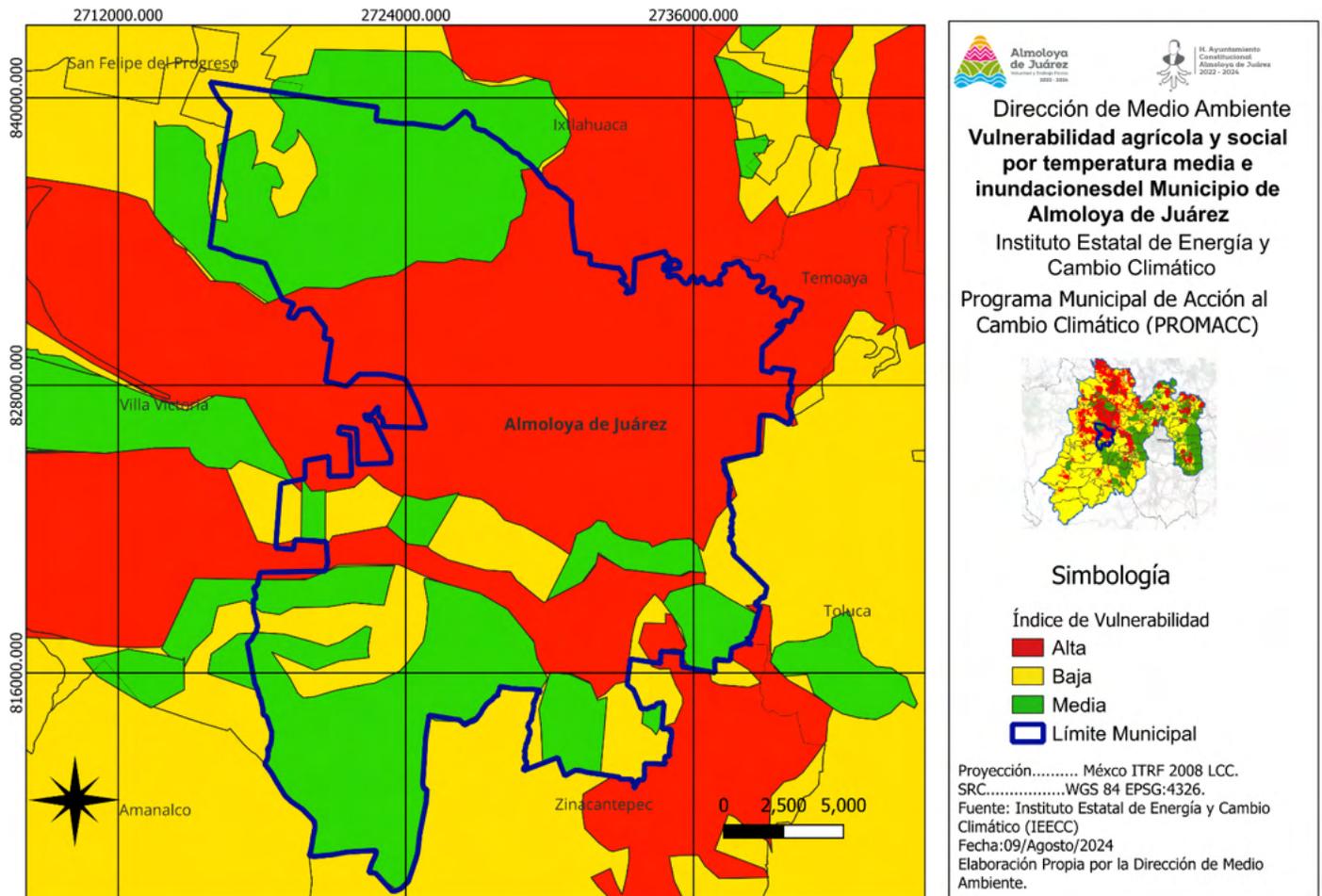


Fuente: Elaboración Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023)

### c) Vulnerabilidad agrícola y social por temperaturas medias con inundaciones

En el mapa 12 se muestra que en la parte central del Municipio existe una vulnerabilidad agrícola y social alta respecto a temperaturas medias acompañadas con inundaciones, así como a localidades aledañas como lo son San Antonio Buenavista, Ejido el Estanco, San Miguel Almoloayan, Almoloya Centro y el Barrio de San Pedro, localidades como La Lima, Dilatada, San Agustín Poteje, Colonia Buenavista, Yebuciví, Ocoyotepec (zona sur y norte del Municipio), muestran una vulnerabilidad baja debido al tipo de suelo (Andosol y Foezem), los cuales cuentan con una microestructura bien desarrollada y estable al agua, además de tener una resistencia mecánica alta a fuerzas externas, por último, una vulnerabilidad media se encuentra en localidades como: Besana Ancha, Cañada de Guadarrama, San Antonio Buenavista, Ejido el Estanco, La Tinaja, Colonia Ejido Santa María.

Mapa 12. Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media e inundaciones



Fuente: Elaboración Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

#### 7.1.4. Vulnerabilidad pecuaria

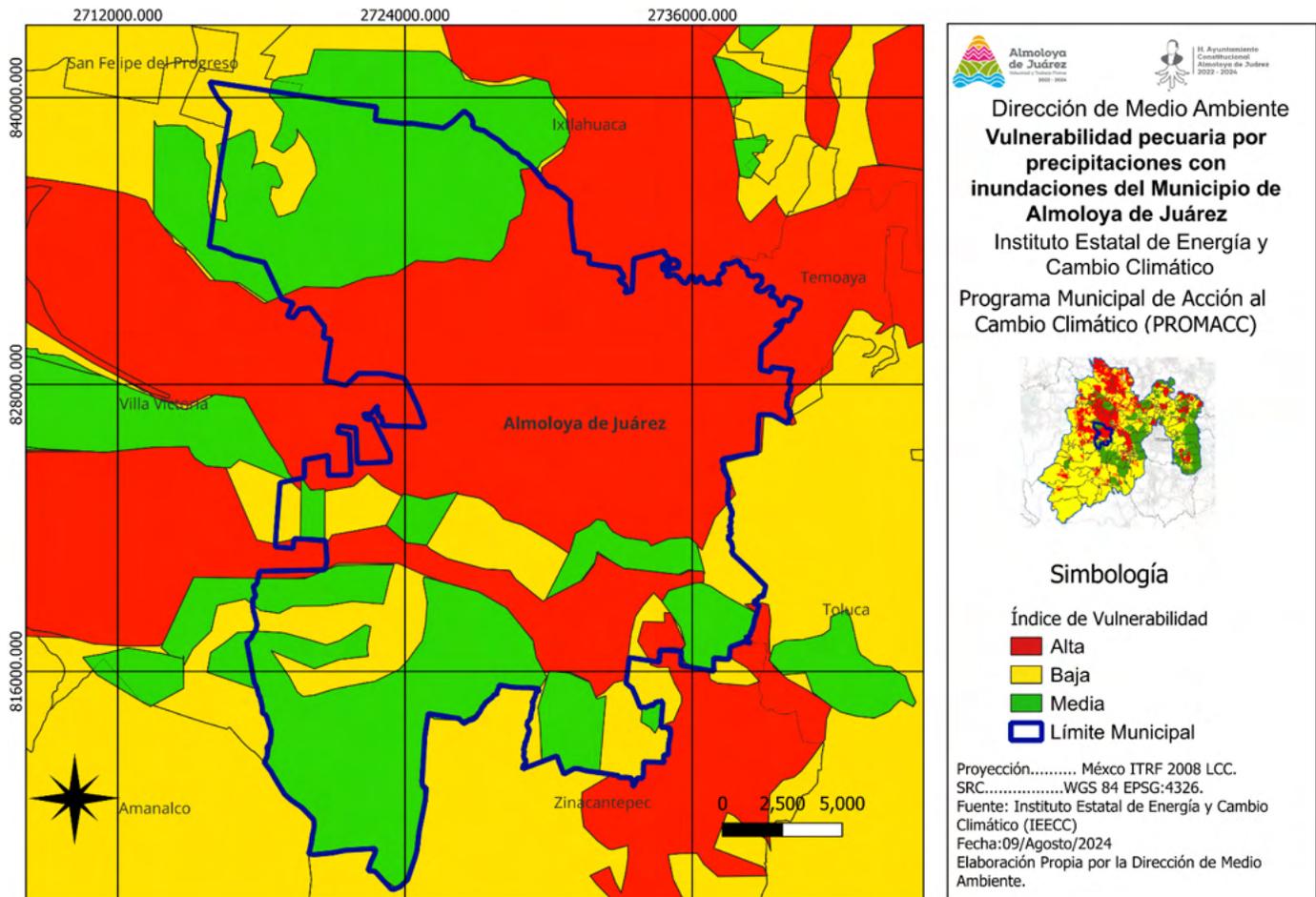
Las actividades pecuarias son de gran importancia, ya que han servido como base al desarrollo del Municipio, al proporcionar alimentos y materias primas, empleo, y distribución de ingresos en el sector rural, como se indica en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Almoloya de Juárez (2022) esta actividad se practica dentro del territorio municipal ocupando una superficie de 6,200.3 hectáreas de pastos inducidos.

El cambio climático afectará la producción animal en cuatro sentidos: 1) en la disponibilidad y el precio de los granos para alimentar al ganado; 2) en la producción y calidad de los pastizales y forrajes; 3) en la salud, el crecimiento y la reproducción de animales debido a los fenómenos meteorológicos extremos, y 4) en la distribución de las enfermedades de los animales.

a) Vulnerabilidad pecuaria por precipitaciones con Inundaciones

La producción ganadera de Almoloya de Juárez puede ser impactada por eventos de tipo hidrometeorológico, como las inundaciones, pues se consideran como el segundo evento adverso más importante para la ganadería por la muerte de ganado por ahogamiento, la falta temporal de forraje que conduce a la pérdida de peso y producción del ganado, afectación al ciclo reproductivo del ganado, las restricciones para el pastoreo y enfermedades por exposición a lodo y materia fecal por anegamiento en los establos. En el Mapa 13 se puede observar que la parte central del Municipio presenta una vulnerabilidad alta por las inundaciones, afectando localidades como: Tabernillas, Ocoyotepec Centro, Laguna de Tabernilla, Barrio La Unión Ocoyotepec, San Agustín Citlalli, Benito Juárez, Loma del salitre, San Agustín las Tablas, Ejido San Antonio Ocoyotepec, San Antonio Atotonilco, Cieneguilla de Mañones, Loma la Tinaja, Mayorazgo de León, Santa Juana 2a. Sección, La Gavia, Cieneguillas de Guadalupe, Paredón Ejido Norte, San Pedro la Hortaliza, Ranchería San Diego, Mina México. Debido al tipo de suelo (Vertisol) que se encuentra en un porcentaje del 57.6 %, principalmente en la parte central del municipio las comunidades son más susceptibles a inundaciones (Plan Municipal de Desarrollo Urbano, 2022).

Mapa 13. Vulnerabilidad pecuaria por precipitaciones con inundaciones



Fuente: Elaboración Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2023).

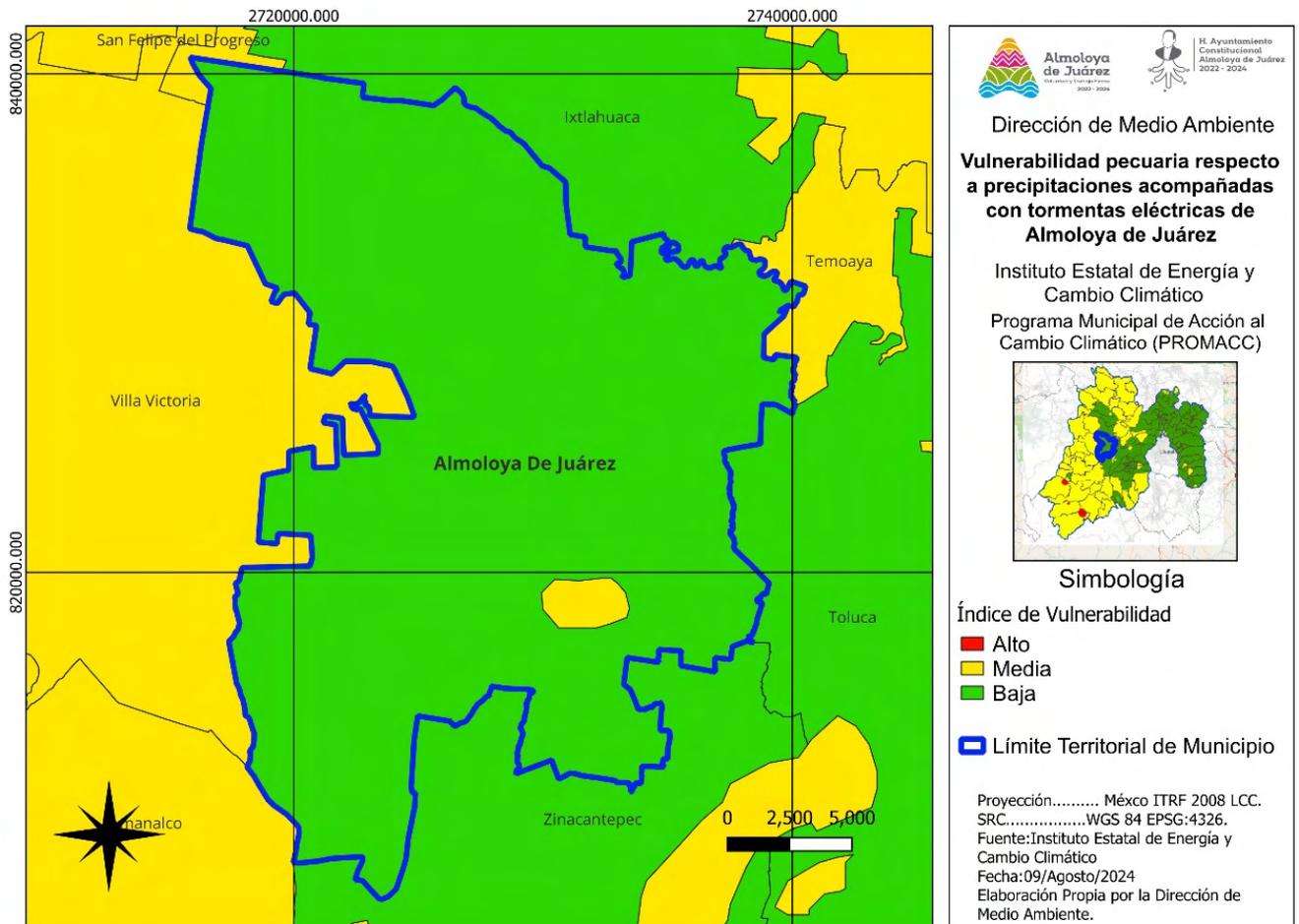
**b) Vulnerabilidad pecuaria por precipitaciones con días con tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas son descargas violentas de electricidad atmosférica, en donde existe la presencia de rayos, relámpagos (luz) y un trueno (sonido). Así mismo vienen acompañadas con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, inundaciones e incluso tornados.

Estos fenómenos meteorológicos representan una importante amenaza para las explotaciones agrícolas y ganaderas, siendo las más susceptibles las ganaderías extensivas: aquellas que dispongan de extensiones de terreno para la manutención natural del animal.

En el mapa 14 podemos observar que casi en todo el territorio municipal existe una vulnerabilidad baja con respecto a las precipitaciones acompañadas con tormentas eléctricas, en donde existe una vulnerabilidad media es en la parte sureste del Municipio, lo que corresponde una pequeña porción de la región 8, cerca del Ejido tres Barrancas.

**Mapa 14. Vulnerabilidad pecuaria respecto a precipitaciones acompañadas con tormentas eléctricas**



Fuente: Elaboración propia con base al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2023).



## CAPÍTULO 8. MEDIDAS DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

### 8.1. Medidas de mitigación

El municipio de Almoloya de Juárez, como parte del Estado de México y de México en su conjunto, enfrenta los efectos del cambio climático, un fenómeno global que se intensifica y presenta serios desafíos para el desarrollo sostenible de las comunidades. El aumento de las temperaturas, la intensificación de fenómenos meteorológicos extremos, la variabilidad en los patrones de precipitación y el aumento del nivel del mar, son algunos de los impactos que ya se están experimentando en la región.

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar e implementar un Plan de Mitigación y Adaptación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el municipio de Almoloya de Juárez. Este plan se basará en un enfoque participativo e inclusivo, que involucre a todos los actores relevantes del municipio, incluyendo autoridades locales, sector privado, organizaciones civiles y la población en general.

El plan se basará en las siguientes vertientes: aquellas que se enfocarán en reducir las emisiones de GEI (mitigación) y aquellas que se centrarán en fortalecer la resiliencia del municipio ante los impactos del cambio climático (adaptación). Para facilitar la clasificación de las estrategias en las anteriores dos vertientes y sus respectivas acciones se realizó un análisis para la identificación de las fuentes clave del inventario de emisiones de GEI del municipio. Así los sectores considerados en el área de mitigación que en mayor proporción aportan emisiones son: AFOLU y Residuos.

Se han logrado identificar 64 acciones y 23 estrategias para disminuir las emisiones de GEI, este plan debe ser un proceso continuo y evolutivo adaptado a las nuevas necesidades y desafíos que surjan según el cambio climático avanza. Para garantizar su efectividad a largo plazo serán esenciales la revisión y actualización periódicas del plan.

### 8.2. Estrategias y acciones de mitigación

#### 8.2.1. Mitigación en el sector AFOLU

El sector AFOLU es el que más emisiones aporta al Municipio, representando el 84.69% del total, lo que corresponde a 4,871.25 de CO<sub>2</sub>eq [Gg/año]; siendo las actividades de agricultura, ganadería y forestales las que generan emisiones de metano, óxido nitroso y dióxido de carbono que contribuyen al calentamiento global y sus efectos adversos.

De acuerdo con INECC en 2018 presentó acciones de mitigación propuestas hacia 2030, donde para el sector AFOLU se tienen tres medidas de mitigación:

- Deforestación neta cero en 2030.
- Manejo Forestal Sustentable.
- Gestión de las Áreas Naturales Protegidas (ANP).

De las cuales las dos primeras se implementarían a través de dos estrategias nacionales: Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENAREDD+), y la Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Productividad (ENAIPROS).

Estrategia M.1. Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENAREDD+).



### Justificación

La pérdida y la degradación de la cobertura forestal es de las principales causas del cambio climático ya que se libera carbono que los árboles tenían almacenado que al mezclarse con el oxígeno lo convierte en CO<sub>2</sub> (GEI). Para tratar de detener la emisión de los GEI es necesaria la conservación, el buen manejo de los bosques y los esfuerzos de reforestación; mitigando la tala clandestina, el comercio ilegal de materias primas y productos forestales, los incendios, plagas y enfermedades y las prácticas inadecuadas de manejo forestal.

### Objetivo

Reducir las emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal, así como el aumento, conservación y manejo sustentable de bosques.

#### Líneas de Acción M.1:

- Implementar programas de capacitación para detener la deforestación.
- Promover la educación ambiental.
- Silvicultura y Manejo Forestal.
- Atender denuncias por daño al arbolado en el municipio.

#### Estrategia M.2. Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Productividad (ENAIPROS).

### Justificación

Los bosques albergan una gran riqueza de especies de plantas y animales, contribuyen a la regulación del clima, la purificación del aire y del agua, y ofrecen un suministro renovable de los materiales y productos que necesitamos para un futuro más sostenible; para conservar los bosques es necesario implementar y mejorar el manejo en los ecosistemas forestales del municipio, buscando que las personas que habitan las zonas forestales se beneficien y obtengan desarrollo económico.

### Objetivo

Promover el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales a través de la organización y fortalecimiento de los productores, la aplicación de técnicas silvícolas apropiadas y estrategias de modernización, financiamiento y comercialización que permitan incrementar la producción, conservar la biodiversidad y mejorar las condiciones de vida de los dueños y poseedores de los recursos y de la población de las regiones forestales productoras del país.

#### Líneas de Acción M.2:

- Fortalecimiento Empresarial Comunitario.
- Abasto, Transformación y Mercados.
- Coordinación Institucional.
- Monitoreo y Evaluación

#### Estrategia M.3. Recuperación de pastizales.

### Justificación

Los pastizales, son fuentes de alimentos, fibras y combustibles, contribuyen a la regulación del clima, la polinización, la purificación y recarga de acuíferos, el control de especies invasoras y la captura de carbono. Sin embargo, a nivel global, los pastizales se encuentran bajo una creciente amenaza debido a diversas actividades humanas, como la deforestación, el sobrepastoreo, la agricultura extensiva y la



urbanización. Por lo que la recuperación de pastizales degradados ayuda a aumentar la captura de carbono y a mitigar el cambio climático.

### **Objetivo**

Revertir los procesos de degradación del suelo, como la erosión, la compactación y la pérdida de fertilidad, mejorando la calidad del ecosistema.

### **Líneas de Acción M.3:**

- Fomentar la recuperación de las Áreas Naturales desprovistas de cubierta forestal.
- Conservar la cobertura vegetal con acciones que favorezcan el establecimiento de nuevas plantaciones nativas en las áreas naturales.

## **8.2.1.1. Mitigación en ganadería**

### Estrategia M.1. La implementación de biodigestores para el manejo de las excretas.

#### **Justificación**

Una de las actividades productivas en el Municipio es la ganadería que contribuye significativamente a la producción de alimentos. Sin embargo, la gestión inadecuada de las excretas genera una serie de problemas ambientales como la contaminación de agua y suelo, y la emisión de GEI. En este contexto, los biodigestores surgen como alternativa para la degradación de excretas en condiciones controladas, obteniendo así un digerido sólido que puede usarse como biofertilizante y uno biogás como fuente de energía.

#### **Objetivo**

Promover la sostenibilidad de la ganadería a través de la generación de biogás y producción de un biofertilizante reduciendo la contaminación ambiental.

#### **Líneas de Acción M.1:**

- Seleccionar y realizar el biodigestor adecuado.
- Capacitar a los pobladores sobre los beneficios de los biodigestores.

### Estrategia M.2. La reducción del uso de fertilizantes sintéticos.

#### **Justificación**

El uso de fertilizantes sintéticos en los suelos agrícolas pone en riesgo la sostenibilidad de la producción agrícola y el bienestar ambiental ya que se filtran por el suelo y contaminan mantos acuíferos, además de que lo acidifican y reducen su fertilidad conduciéndolo a la erosión del suelo.

#### **Objetivo**

Promover la agricultura sostenible mediante prácticas que contribuyan a la disminución del cambio climático, asegurando y mejorando la calidad del agua y la fertilidad natural del suelo.

#### **Líneas de Acción M.2:**

- Fomentar el uso de biofertilizantes.
- Campañas sobre la agricultura sostenible.
- Incentivar la producción agrícola orgánica.



### Estrategia M.3. Agricultura de conservación.

#### **Justificación**

Las prácticas agrícolas actuales en México producen emisiones de GEI aunque en un porcentaje relativamente bajo a comparación de otros sectores a nivel nacional, pero se ha observado que a lo largo de los años estas emisiones han ido incrementando, de acuerdo a la FAO (2014) este fenómeno puede estar asociado al incremento de las tierras que se han ido convirtiendo progresivamente de tierras forestales a tierras de cultivo; por lo tanto se ha estimado que la implementación de la agricultura de conservación mitigue los GEI y beneficie la calidad de los suelos a través de una menor compactación y erosión, una mejor retención del agua en el suelo, una regulación en su pH, entre otras.

#### **Objetivo**

Destacar los beneficios sociales, ambientales y económicos de la agricultura de conservación, así como su aporte a la mitigación ante el cambio climático, contribuyendo a una agricultura más rentable.

#### **Líneas de Acción M.3:**

- Implementar prácticas de conservación del suelo.
- Monitorizar los campos y detectar las zonas críticas.
- Controlar y estimar la eficacia de las técnicas de conservación del suelo aplicada

### Estrategia M.4. Llevar a cabo prácticas pecuarias de alta eficiencia en el manejo del ganado de pastoreo.

#### **Justificación**

Las prácticas pecuarias de alta eficiencia pueden aumentar significativamente la productividad del ganado de pastoreo, lo que se traduce en una mayor producción de carne y leche; además de que pueden reducir los costos de producción, como de alimentación, mano de obra y medicinas, al mejorar la salud y el bienestar del ganado y optimizar el uso de recursos.

#### **Objetivo**

Adoptar prácticas que conserven la fertilidad y la estructura del suelo, como la aplicación de abono orgánico y la siembra de pastos leguminosas.

#### **Líneas de Acción M.4:**

- Capacitar a productores agropecuarios sobre las alternativas de manejo alimenticio y sanitario del ganado con el objeto de incrementar la eficiencia nutricional y reducción de emisiones.
- Fortalecer la capacitación y asistencia técnica para el desarrollo pecuario.
- Facilitar apoyos para la mejora de la infraestructura y equipamiento de las unidades de producción pecuaria.

## **8.2.2. Mitigación en el sector Residuos**

El segundo sector con mayores emisiones en el Municipio es el sector residuos representando un 10.71% del total correspondiendo a un 616.11 de CO<sub>2eq</sub> [Gg/año]; siendo así un sector con bastante relevancia ya que el rápido crecimiento poblacional genera una desmedida cantidad de desechos año tras año. Dentro de esta categoría, las principales emisiones derivan de Incineración y Quema a Cielo Abierto de Residuos, emitiendo un 79.14 de CO<sub>2eq</sub> [Gg/año]; seguido del Tratamiento y descarga de Aguas Residuales Municipales, con un 15.39 de emisiones de CO<sub>2eq</sub> [Gg/año] y el resto proviene de la Eliminación de



Residuos Sólidos, que generan un 15.37 de CO<sub>2eq</sub> [Gg/año] . Por lo que a continuación se presentaran las medidas de mitigación de las categorías identificadas como mayores productores de GEI, para prevenir la generación de residuos.

### 8.2.2.1. Mitigación en Incineración y Quema a Cielo Abierto de Residuos

Estrategia M.1. Realizar campañas para la capacitación de la población en tema de reutilización, separación, reciclaje y disposición correcta de los residuos sólidos.

#### Justificación

La acumulación de residuos sólidos en vertederos y ambientes naturales genera problemas como la contaminación del suelo, el agua y el aire, por lo que el reciclaje y la reutilización disminuyen los desechos destinados a estos sitios, contribuyendo a la protección del medio ambiente.

#### Objetivo

Reducir la cantidad de residuos que se generan en origen es el primer paso para un manejo adecuado de los mismos.

#### Líneas de Acción M.1:

- Fomentar la participación ciudadana en la gestión de residuos sólidos a través de programas de voluntariado y reciclaje comunitario.
- Promover una cultura de reciclaje y reducción de desechos entre los diferentes sectores de la sociedad.
- Fomentar la separación de residuos desde la fuente para su reutilización o reciclaje.

Estrategia M.2. Construir centros de acopio para residuos sólidos, acordes a la normatividad, éstos podrían ser ubicados en las localidades urbanas.

#### Justificación

Estos centros pueden facilitar la separación, clasificación y valorización de materiales reciclables, como papel, cartón, vidrio, plástico y metales. Esto contribuye a la reducción del volumen de residuos destinados a la disposición final y promueve la economía circular, además de que la acumulación de residuos en espacios públicos atrae plagas como roedores e insectos, vectores de enfermedades. Los centros de acopio, al contar con infraestructura adecuada, contribuyen al control de estas plagas.

#### Objetivo

Separar los residuos, lo que facilita su reutilización, reciclaje y valorización, reduciendo así la cantidad de residuos que se destinan a los rellenos sanitarios.

#### Líneas de Acción M.2:

- Impulsar el saneamiento de tiraderos clandestinos en apego a la normatividad ambiental.
- Establecer una visión metropolitana en la gestión de residuos sólidos urbanos.
- Fortalecer, impulsar y divulgar programas, instrumentos normativos y jurídicos relacionados con el manejo integral sustentable de residuos y su aprovechamiento.
- Impulsar la participación del sector privado en proyectos de reciclaje, separación de basura, reutilización, confinamiento de desechos, y creación de centros de acopio.



### 8.2.2.2. Mitigación en Tratamiento y descarga de Aguas Residuales Municipales

#### Estrategia M.1. Incremento de la cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales.

##### **Justificación**

El tratamiento adecuado de las aguas residuales elimina patógenos y reduce la contaminación del agua y suelos, previniendo enfermedades, generando empleos y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental; además que se va incrementado las aguas y contaminan afectando la calidad del agua para uso humano.

##### **Objetivo**

Lograr el tratamiento adecuado de las aguas residuales producidas en el municipio contribuyendo a disminuir la contaminación atmosférica, de suelos y agua.

##### **Líneas de Acción M.1:**

- Capacitación de los operadores en los tratamientos de aguas residuales.
- Implementar medidas para optimizar los procesos de tratamiento.
- Desarrollar e implementar campañas de concienciación pública sobre la importancia del tratamiento de aguas residuales

#### Estrategia M.2. Captura y aprovechamiento del biogás generado en PTAR y tratamiento alternativo de los lodos generados.

##### **Justificación**

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales eliminan contaminantes del agua desechada. Sin embargo, a pesar de que “ayudan a limpiar” el agua, el tratamiento de aguas residuales genera dos subproductos principales: biogás y lodos. El biogás se produce por la descomposición de la materia orgánica en los lodos de las PTAR, puede ser captado y aprovechado para generar energía renovable, como electricidad o calor, o para producir biocombustible; ayudando a evitar la liberación de GEI a la atmósfera, específicamente del metano, un potente GEI con un potencial de calentamiento global. En el caso de los lodos, pueden ser tratados y utilizados como fertilizante orgánico o como materia prima para la producción de biocombustibles.

##### **Objetivo**

Capturar y aprovechar el biogás y los lodos producidos en las PTAR del Municipio, para producir energías renovables, así como fertilizante orgánico.

##### **Líneas de Acción M.2:**

- Instalar sistemas de captación eficientes para recolectar el biogás generado en los digestores de las PTAR.
- Concientizar a los agricultores sobre el uso de los lodos estabilizados como fertilizante orgánico en la agricultura.
- Aplicar procesos de purificación y acondicionamiento tanto para el biogás como para los lodos para cumplir con la normativa ambiental.



### 8.2.2.3. Mitigación en Eliminación de Residuos Sólidos

#### Estrategia M.1. Relleno sanitario con recuperación de biogases para generar energía.

##### **Justificación**

En el Municipio no se cuenta con un relleno sanitario por lo que la implementación de este sería de ayuda para la disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) producidos en el Municipio; pero una mala disposición de este llevaría a que los problemas se repitieran, ya que puede producir lixiviados contaminantes que contaminarían agua, tierra y aire. En este contexto la implementación de rellenos sanitarios es una estrategia sostenible para los RSU, ya que combina la disposición segura de los residuos producidos, con la generación de energía renovable, que es obtenida a partir del metano generado de los residuos, evitando que esos gases sean desprendidos a la atmósfera, mitigando así la emisión de metano.

##### **Objetivo**

Implementar un relleno sanitario con recuperación de biogases en el Municipio, para tener una mejor gestión de los residuos sólidos municipales (RSU).

##### **Líneas de Acción M.1:**

- Realizar un estudio para la selección, diseño e implementación de un relleno sanitario en Almoloya de Juárez.
- Aprovechar el biogás producido en una PTAR aplicando procesos de purificación y acondicionamiento.

#### Estrategia M.2. Composteo.

##### **Justificación**

Los residuos orgánicos son los generadores principales de los lixiviados, de la producción de gas y del mal olor en los sitios de disposición final. Para ello, implementar el compostaje en el municipio ayudaría a transformar los residuos orgánicos en composta, potencial para mejorar suelos y puede usarse en la agricultura y horticultura, además de reducir el volumen de residuos enviados a los rellenos sanitarios.

##### **Objetivo**

Establecer programas de compostaje municipal para fomentar la agricultura sostenible reduciendo el uso de fertilizantes químicos y educar a la población sobre los beneficios del compostaje, promoviendo la responsabilidad ambiental.

##### **Líneas de Acción M.2:**

- Brindar talleres y capacitaciones prácticas a la población sobre cómo realizar el composteo en sus hogares o comunidades.
- Establecer puntos de composteo comunitarios en diferentes zonas del municipio, para que los residentes puedan llevar sus residuos orgánicos.

#### Estrategia M.3. Ampliar la cobertura del sistema de recolección de los residuos sólidos del Municipio y evaluar continuamente las rutas y horarios del servicio.

##### **Justificación**

La gestión adecuada de los residuos sólidos es un aspecto fundamental para la salud pública, el cuidado del medio ambiente y el bienestar de la población. Un sistema de recolección eficaz, eficiente y de amplia cobertura contribuye a prevenir la contaminación del suelo y el agua. El municipio requiere mayor



capacidad de recolección porque la generación de residuos sólidos aumenta, por lo que la cobertura permitirá atenderlo y evitar la acumulación de residuos en las calles.

### **Objetivo**

Ampliar la cobertura del sistema de recolección de residuos sólidos del Municipio y evaluar continuamente las rutas y horarios del servicio para optimizar la eficiencia y eficacia de este.

### **Líneas de Acción M.3:**

- Evaluar la situación actual del sistema de recolección, incluyendo la cobertura geográfica, la frecuencia de recolección, la cantidad de residuos generados, la capacidad logística y los recursos disponibles.
- Informar a la población sobre la importancia de una adecuada gestión de residuos sólidos, los beneficios de la ampliación del servicio y las responsabilidades de los ciudadanos.

## **8.2.3. Mitigación en el sector Energía**

Para abordar el cambio climático de manera efectiva, es fundamental reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector energético, en el Municipio se generan 249.24 de CO<sub>2</sub>eq [Gg/año]; y de este el subsector transporte es el quien contribuye de manera más significativa), con una emisión total de 266.20 Gg/Año de CO<sub>2</sub>eq, siguiendo el subsector de Industria Manufacturera con una emisión total de 57.07 Gg/Año de CO<sub>2</sub>eq, y por último otros sectores donde se incluye subcategorías como Sector Comercial, Sector Residencial y Sector Agrícola; produciendo 2.48, 51.04, 0.39 Gg/Año de CO<sub>2</sub>eq.

### **8.2.3.1 Mitigación en Industria manufacturera**

Estrategia M.1. Promover estrategias de uso de energía sustentables y de eficiencia energética dentro de las industrias.

#### **Justificación**

Las industrias pueden reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a un futuro más sostenible, además beneficia a las empresas ya que pueden mejorar su imagen pública y atraer a clientes y socios que valoran la sostenibilidad y ayudan a conservar los recursos naturales, como el agua y los combustibles fósiles.

#### **Objetivo**

Reducir el consumo de energía en la industria manufacturera e implementar tecnologías de eficiencia energética.

#### **Líneas de Acción M.1:**

- Implementar programas de incentivos y reconocimientos para motivar a la industria a adoptar prácticas de ahorro energético.
- Impulsar programas de difusión sobre los mecanismos de ahorro de energía.



### 8.2.3.2. Mitigación en Transporte

#### Estrategia M.1. Implementación de transporte público de pasajeros bajo carbono.

##### **Justificación**

Un sistema de transporte público eficiente ayuda a reducir el uso de combustibles fósiles además de la contaminación por ruido, además este tipo de movilidad es capaz de satisfacer las necesidades de los almoloyajuarenses, como los son moverse libremente aliviando la congestión vehicular y comercializar sin afectar el medioambiente y disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles

##### **Objetivo**

Elevar la calidad de vida de los almoloyajuarenses y mitigar los efectos de los combustibles fósiles en el Municipio mediante la implementación de un transporte público bajo carbono.

##### **Líneas de Acción M.1:**

- Desarrollar un plan que defina las acciones, metas e indicadores para la implementación de una movilidad sustentable en el municipio.
- Reemplazar gradualmente los autobuses viejos y contaminantes por unidades nuevas, eficientes y accesibles.
- Fomentar el uso de tecnologías limpias y de vanguardia en el transporte público.

#### Estrategia M.2. Construir ciclo vías o infraestructura de transporte no motorizado

##### **Justificación**

El uso de transporte no motorizado, disminuye la emisión de GEI mejorando la calidad del aire; en Almoloya de Juárez no se cuentan con ciclo vías por lo que la implementación de ciclo vías ofrece beneficios como mejorar la fluidez del tráfico, disminuir el consumo de combustible, promueve la movilidad sostenible y genera accesibilidad a mayores oportunidades económicas para las personas en condiciones de vulnerabilidad.

##### **Objetivo**

Disminuir la emisión de contaminantes atmosféricos provenientes del transporte motorizado mejorando así la calidad del aire en el Municipio.

##### **Líneas de Acción M.2:**

- Fomentar el uso de la bicicleta a través de campañas de sensibilización, educación vial y eventos como ciclo vías recreativas y estacionamiento seguro de bicicletas.
- Implementar una red de ciclo vías seguras y conectadas que promueva el uso de la bicicleta como medio de transporte diario.

#### Estrategia M.3. Implementar programas que fomenten la participación ciudadana en acciones para reducir el tráfico.

##### **Justificación**

La participación ciudadana amplía las estrategias para reducir el tráfico, involucrando a diversos sectores fomentando la participación ciudadana y aprovechando su conocimiento y experiencia local, y aumenta la comprensión del problema desde diversas perspectivas y promueve el compromiso y la responsabilidad de los involucrados en la búsqueda de soluciones.



## Objetivo

Sensibilizar a la ciudadanía sobre los impactos negativos del tráfico vehicular en el medio ambiente y la salud pública, fomentando la adopción de hábitos de movilidad más sostenibles.

### Líneas de Acción M.3:

- Realizar campañas informativas para que toda la comunidad participe para reducir el tráfico.
- Apoyar iniciativas comunitarias que promuevan la movilidad sostenible.

## 8.2.4. Mitigación en Otros Sectores

### Componente comercial, Componente residencial y Componente agrícola

#### Estrategia M.1. Instalación de azoteas verdes

##### Justificación

Debido al crecimiento en la población de Almoloya de Juárez año tras año aumentan las emisiones de GEI, por lo que la instalación de áreas verdes en zonas residenciales y comerciales ayudaría a reducir la temperatura ambiente, además de beneficiar a los inmuebles que implementen esta estrategia ya que reduciría la transferencia de calor hacia el interior; mejora la calidad del aire, contribuyendo a reducir las emisiones de GEI y mitigar el cambio climático.

##### Objetivo

Reducir la concentración de contaminantes en el aire y disminuir la temperatura en el municipio.

##### Líneas de Acción M.1:

- Implementar campañas informativas para sensibilizar a la población sobre los beneficios de las azoteas verdes, tanto ambientales como económicos y sociales.
- Ofrecer asesoría gratuita para los pobladores que deseen tener su propia azotea verde.
- Implementar proyectos de azoteas verdes demostrativas en escuelas o espacios públicos.

#### Estrategia M.2. Arquitectura sostenible

##### Justificación

Surge como una estrategia para reducir el impacto del ser humano en el medio ambiente, diseñando y construyendo edificios que sean respetuosos con el medio ambiente, mediante el uso de materiales sostenibles, la reducción de residuos y la creación de espacios saludables y confortables para los almoloyajuarenses; consumen menos energía, lo que se traduce en una menor demanda de combustibles fósiles y maximizan el uso de energías renovables, por lo tanto, en la reducción de las emisiones de GEI.

##### Objetivo

Reducir la huella de carbono de los edificios a través de la aplicación de diseños respetuosos con el medio ambiente y uso de energías renovables; y fomentar la utilización de materiales de construcción con bajo impacto ambiental.

##### Líneas de Acción M.2:

- Dar capacitaciones sobre la utilización de sistemas de construcción modular, la reutilización y reciclaje de materiales.
- Brindar capacitación sobre las técnicas y estándares para la construcción sostenible, asegurando la calidad y durabilidad de los edificios.



### Estrategia M.3. Impulsar el ahorro de energía y eficiencia energética, mediante la implementación de energías limpias y renovables.

#### **Justificación**

El ahorro de energía implica disminuir el consumo energético sin afectar el nivel de actividad y obtener los mismos resultados, mientras que la eficiencia energética busca optimizar el uso de la energía para alcanzar unos niveles determinados, lo cual ayuda a disminuir las emisiones de GEI y a reducir los costos de las facturas de energía. Esto se logra mediante la implementación de planes para utilizar energías renovables en los organismos públicos según sus características específicas y promover tácticas que mejoren el uso eficiente de la electricidad en los Edificios Públicos.

#### **Objetivo**

Establecer una meta cuantificable para la mejora de la eficiencia energética en diferentes componentes como el comercial, residencial y agrícola.

#### **Líneas de Acción M.3:**

- Fomentar el uso de calentadores solares.
- Desarrollar folletos para difundir información sobre el ahorro de energía y la eficiencia energética de manera clara y accesible.
- Hacer cambios y mejoras progresivas en la infraestructura de los Edificios Públicos, siempre que sean económicamente viables, para poder implementar parcial o completamente energías limpias o renovables

### Estrategia M.4. Mejora de eficiencia de combustión e incorporación del uso de energía solar para el calentamiento de agua o cocción de alimentos.

#### **Justificación**

La implementación de tecnologías de energía solar para el calentamiento de agua o cocción de alimentos ayuda a reducir la dependencia de combustibles fósiles como el gas natural o la leña, lo que contribuye a la conservación de recursos naturales no renovables y la reducción de la contaminación asociada a su extracción y procesamiento (emisiones de gases de efecto invernadero).

#### **Objetivo**

Reducir el consumo de energía y las emisiones contaminantes provenientes del uso de combustibles fósiles, promoviendo la adopción de tecnologías eficientes y el aprovechamiento de la energía solar.

#### **Líneas de Acción M.4:**

- Brindar capacitación a la población sobre prácticas de cocción eficientes que permitan aprovechar mejor el calor y reducir el consumo de combustibles fósiles.
- Informar sobre los beneficios de las cocinas solares, incluyendo su ahorro económico, impacto ambiental positivo y contribución a la salud pública.
- Organizar conferencias y eventos para promover las cocinas solares y el calentamiento de agua con energía solar.

### **8.3. Jerarquización de las Medidas de Mitigación en el Municipio**

Después de haber realizado la evaluación a cada una de las medidas de mitigación tomando en cuenta todos los sectores, el PROMACC presenta el primer paso de identificación de acuerdo a su efectividad, viabilidad económica, social y ambiental, las mejores medidas de mitigación para el municipio de Almoloya de Juárez (Tabla 48), siendo de esta manera un instrumento de apoyo en la toma de decisiones

a través del Cabildo y del Presidente Municipal, para la elaboración de estudios de factibilidad para la toma de decisiones final hacia la implementación de las medidas de mitigación que demuestren ser sustentables para el municipio.

**Tabla 48. Jerarquización de las medidas de mitigación**

Medidas de mitigación clasificadas por sector	
	<b>Medidas de mitigación del sector AFOLU</b>
1	Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENAREDD+)
2	Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Productividad (ENAIPROS).
3	Recuperación de pastizales
4	La agricultura de conservación
5	La reducción del uso de fertilizantes sintéticos
6	La implementación de biodigestores para el manejo de las excretas
7	Llevar a cabo prácticas pecuarias de alta eficiencia en el manejo del ganado de pastoreo
	<b>Medidas de mitigación del sector Residuos</b>
1	Realizar campañas para la capacitación de la población en tema de reutilización, separación, reciclaje y disposición correcta de los residuos sólidos
2	Composteo
3	Realizar campañas para la capacitación de la población en tema de reutilización, separación, reciclaje y disposición correcta de los residuos sólidos
4	Construir centros de acopio para residuos sólidos, acordes a la normatividad, éstos podrían ser ubicados en las localidades urbanas
5	Ampliar la cobertura del sistema de recolección de los residuos sólidos del Municipio y evaluar continuamente las rutas y horarios del servicio
6	Incremento de la cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales.
7	Captura y aprovechamiento del biogás generado en PTAR y tratamiento alternativo de los lodos generados
8	Relleno sanitario con recuperación de biogases para generar energía
	<b>Medidas de mitigación del sector Energía</b>
1	Implementar programas que fomenten la participación ciudadana en acciones para reducir el tráfico
2	Construir ciclo vías o infraestructura de transporte no motorizado
3	Promover la eficiencia energética dentro de las industrias
4	Implementación de transporte público de pasajeros bajo carbono.
	<b>Medidas de mitigación del sector Otros Sectores</b>
1	Instalación de azoteas verdes
2	Arquitectura sostenible
3	Mejora de eficiencia de combustión e incorporación del uso de energía solar para el calentamiento de agua o cocción de alimentos
4	Impulsar el ahorro de energía y eficiencia energética

Fuente: Elaboración propia de la Dirección de Medio Ambiente, 2024



## CAPÍTULO 9. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

### 9.1. Medidas de adaptación

Las medidas de adaptación surgen como alternativa para la disminución de las emisiones de GEI. No obstante, estas no tienen un impacto inmediato, sino que influyen a largo plazo en la reducción de emisiones de GEI y la estabilización del clima; por lo que las medidas de adaptación son una alternativa que pueden generar beneficios tangibles en un corto a mediano plazo para las comunidades dentro del municipio; reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia de los distintos sectores ante los efectos del cambio climático. Sin embargo, ambas medidas no son estrategias excluyentes, sino que se complementan entre sí, siendo crucial que ambas se integren dentro del municipio.

Para implementar estas medidas hay que conocer las amenazas que afectan a las comunidades, por lo que, como se observa en el capítulo de Vulnerabilidad y con ayuda del Atlas de Riesgos, se identificaron las de Almoloya de Juárez, como: temperaturas máximas, inundaciones, alteraciones en los patrones de precipitación, heladas, entre otros. Los cuales se muestran en la tabla 49 junto con los sectores que afectan: Agropecuario, Forestal, Comunicación y transporte, Salud, Social, Hídrico y Urbano.

**Tabla 49. Amenazas y sectores que se ven afectados por el cambio climático en Almoloya de Juárez.**

Amenaza	Sectores					
	Agropecuario	Forestal	Comunicación y transporte	Salud	Social	Urbano
Inundaciones	x	x	x	x	x	x
Temperaturas máximas	x	x	x	x		x
Heladas	x		x	x		x
Sequías	x	x		x	x	
Explosiones				x	x	x
Deslizamientos de tierra	x		x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia de la Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024).

Los impactos que incluyen las amenazas ya sea indirecta o directamente son los siguientes:

- Inundaciones: Encharcamientos, pérdida de cultivos, afectación en la estructura urbana, vial y de comunicación, accidentes automovilísticos y enfermedades.
- Temperaturas máximas: Pérdida de cultivos, incendios, afectación en la estructura urbana, vial y de comunicación y enfermedades.
- Heladas: Pérdida de cultivos, afectación en la estructura urbana, vial y de comunicación y enfermedades.
- Sequias: Pérdida de cultivos, afectación en la estructura urbana y enfermedades.
- Explosiones: Pérdida de vidas humanas y afectación en la estructura urbana.



- Deslizamientos de tierra: Pérdida de cultivos, afectación en la estructura urbana, vial y de comunicación y pérdida de vidas.

## 9.2. Estrategias y acciones de adaptación

El municipio de Almoloya de Juárez atiende directamente a los impactos locales sobre los sectores más desprotegidos, es decir, la vulnerabilidad de las comunidades tomando en cuenta que el cambio climático no es neutral a las personas, específicamente, a las mujeres y otras poblaciones vulnerables como personas indígenas, personas adultas mayores, etc., quienes enfrentan el cambio climático de manera diferenciadas debido a los roles, los estereotipos de género y las tareas asignadas, así como desde las barreras económicas, sociales y espaciales, que a su vez se ven reflejadas en brechas y barreras que experimentan todos los días.; por ello es importante tomar medidas concretas para ajustarse a la adversidad climática comprendiendo y evaluando los riesgos climáticos a los que se enfrenta.

Una vez comprendidos los riesgos y vulnerabilidades, se desarrollaron acciones para aumentar la resiliencia del Municipio, estas acciones pueden incluir una amplia gama de medidas, desde la mejora de las infraestructuras hasta la educación y sensibilización del público. A medida que el clima sigue cambiando, necesitaremos ajustar nuestras estrategias y acciones en consecuencia (tabla 50)

**Tabla 50. Estrategias de adaptación al cambio climático**

Impacto/Amenaza a reducir	Estrategias de adaptación	Líneas de acción
Inundaciones	Sistemas de drenaje eficientes	-Construcción de nuevas alcantarillas, la ampliación de las existentes y la limpieza regular de los desagües. -Inventario de las calles que ocupan mantenimiento
	Alerta temprana para las personas	-Establecer canales de comunicación efectivos para difundir información y alertas tempranas a la comunidad. -Realizar simulacros y ejercicios de preparación para que las personas sepan qué hacer en caso de una inundación.
	Acciones que absorban el agua	-Las áreas verdes (bosques, praderas y humedales) tienen una gran capacidad para absorber el agua por lo que su conservación y restauración es crucial para mantener la capacidad de infiltración del suelo. -Fomentar la participación ciudadana en el cumplimiento de la legislación ambiental.
Afectación a vías de comunicación	Mantenimiento y vigilancia de todas las vías de comunicación	-Evaluar el estado de las vías para determinar la necesidad de intervenciones de mantenimiento o rehabilitación.



		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Realizar inspecciones periódicas de todas las vías de comunicación (carreteras, caminos rurales, pasos peatonales y puentes) para identificar daños, deterioros y riesgos potenciales.</li> <li>-Monitorear el estado mediante inspecciones visuales, pruebas de carga y técnicas de auscultación para garantizar su seguridad y funcionalidad.</li> </ul>
	Gestionar la ampliación y mejora de la infraestructura de las vías de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Inspeccionar la infraestructura de las vías para determinar cuáles requieren una mejora o mantenimiento.</li> <li>-Fomentar el monitoreo preventivo en las vías de comunicación para asegurar su correcto funcionamiento.</li> </ul>
Temperaturas extremas	Azoteas verdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un análisis espacial para identificar techos planos o con poca pendiente que sean aptos para la instalación de techos verdes.</li> <li>-Incentivar la adopción de techos verdes a través de programas de incentivos y campañas.</li> <li>-Educar al público sobre los beneficios de los techos verdes, incluyendo su potencial para mejorar la calidad del aire y crear espacios verdes en las ciudades.</li> </ul>
	Crear planes de alerta temprana	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Desarrollar mecanismos de comunicación eficientes para informar sobre las medidas de prevención en caso de presentarse épocas de cambios bruscos de temperatura.</li> <li>-Desarrollo de un programa médico, para la detección oportuna de enfermedades derivadas de estos cambios bruscos de temperatura, sobre todo para la población más vulnerables (infantes, adultos mayores y personas en situación de calle).</li> </ul>
Heladas	Irrigación y goteo	-Brindar capacitación a los agricultores sobre el uso de los sistemas de riego (inundación, canales y aspersión).
	Control de nutrientes, biofertilizantes y rompevientos en cultivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar fertilizantes orgánicos, como compost o estiércol, para mejorar la estructura del suelo y la retención de nutrientes.</li> <li>-Seleccionar especies de árboles o arbustos rompevientos que sean compatibles con las condiciones climáticas de la zona, y que no compitan con los cultivos por nutrientes o luz solar.</li> </ul>
	Brindar información sobre heladas a los ciudadanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar un sistema de alerta temprana para avisar a los ciudadanos sobre el riesgo de heladas con tiempo de anticipación.</li> <li>-Ofrecer recomendaciones prácticas sobre cómo proteger cultivos, infraestructura y salud personal durante las heladas.</li> </ul>



<b>Sequias</b>	Implementar programas de conservación del agua para reducir el consumo de agua en todos los sectores.	-Implementar campañas de concienciación pública sobre la importancia del agua y la necesidad de conservarla.
	Dar a conocer sistemas de riego eficientes para reducir el uso de agua en la agricultura.	- Implementar prácticas de manejo del agua eficientes para reducir el consumo de agua y minimizar el impacto ambiental. - Promover que las escuelas se transformen en espacios ambientalmente responsables.- Ampliar el soporte técnico para la gestión integral del recurso en los municipios.
	Impulsar la cultura del agua entre los Almoloyajuarenses y mejorar el sistema de información del agua.	- Promover la medición y el monitoreo de los recursos hídricos a nivel municipal.-Instrumentar campañas de difusión sobre la importancia y mecanismos para ahorro del agua y eficiencia en su uso.
	Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL.)	- Realizar un estudio para determinar la factibilidad del SCALL en función de las necesidades y características del sitio. - Inspeccionar el SCALL periódicamente para limpiar y mantener su buen funcionamiento. -Gestionar el uso del agua de lluvia de manera eficiente para maximizar su beneficio. - Informar a la comunidad sobre el SCALL, su funcionamiento, sus beneficios y cómo usarlo de manera responsable.
<b>Deslizamientos de Tierra</b>	Desarrollo de redes de observación y monitoreo de lluvias y de deslizamientos	-Identificar la población susceptible a deslizamientos. -Actualización del Atlas de Riesgo municipal.
	Implementación de Revegetación, Mantas vegetales, Hidrosiembra y Contra cunetas	- Determinar la pendiente del terreno para seleccionar las técnicas más adecuadas de revegetación y control de erosión. -Llevar el monitoreo del crecimiento de las plantas y la efectividad de las técnicas de revegetación y control de erosión.

Fuente: Elaboración propia de la Dirección de Medio Ambiente de Almoloya de Juárez (2024)



## CAPÍTULO 10. ANEXOS

### Glosario

**Adaptación:** Proceso de aprendizaje que requiere ser interdisciplinario, multidimensional y transversal, tomando en cuenta el conocimiento local de la población y el papel de los individuos y las organizaciones de la sociedad civil.

**Atlas de riesgo:** Documento dinámico cuyas evaluaciones de riesgo en regiones o zonas geográficas vulnerables, consideran los actuales y futuros escenarios climáticos.

**Biocombustible:** Combustible producido a partir de materia orgánica o de aceites combustibles de origen vegetal. Son ejemplos de biocombustibles: el alcohol, la lejía negra derivada del proceso de fabricación de papel, la madera y el aceite de soja.

**Biodigestores:** sistema (contenedor) natural y ecológico que aprovecha los desechos de los animales principalmente para generar una digestión anaeróbica de las bacterias mediante un proceso biológico, de una manera sustentable para convertirlo en biogás y en electricidad, de los residuos se obtienen fertilizantes y abonos orgánicos.

**Biodiversidad:** La variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

**Cambio Climático:** Todo cambio significativo en el sistema climático del planeta, que permanece por décadas o más tiempo.

**Conservación:** Es el cuidado y el mantenimiento de un recurso natural para asegurar que no desaparezca

**Contaminación:** Presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población.

**Deforestación:** Proceso mediante el cual se elimina masa forestal provocado por el hombre.

**Degradación:** Proceso de disminución de la capacidad de los ecosistemas forestales para brindar servicios ambientales, así como de la capacidad productiva.

**Dióxido de carbono:** Principal gas de efecto invernadero que se emite a raíz de las actividades del ser humano.

**Energías renovables:** Aquellas que se obtienen de fuentes naturales y son inagotables o con capacidad de renovación.

**Gases de Efecto Invernadero:** Son gases que retienen parte de la radiación infrarroja que emite la Tierra tras ser calentada por el Sol, es decir, gases que retienen energía en la atmósfera; estos son: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y Gases fluorados.

**Mitigación:** Es la reducción de emisiones o aumento de sumideros de Gases de Efecto Invernadero, que se logra como resultado de una acción a nivel nacional, regional o local y que puede ser realizada por el sector público o privado.



**Óxido Nitroso:** Se emite durante actividades agrícolas e industriales, en la combustión de combustibles fósiles y residuos sólidos y también durante el tratamiento de aguas residuales.

**Ozono:** Es un gas incoloro que está presente de forma natural en la atmósfera a muy bajas concentraciones, pero que a elevadas concentraciones puede provocar daños en la salud.

**Resiliencia:** Capacidad de los sistemas naturales o sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático.

**Sequía:** Periodos prolongados de tiempo seco causado por la falta de lluvia, lo que produce escasez de agua.

**Vulnerabilidad:** Nivel en el que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos.



## FUENTES DE CONSULTA

- Agricultura inteligente con respecto al clima. (s. f.). *World Bank*. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/climate-smart-agriculture>
- Allen, A. (2001). Containment landfills: the myth of sustainability. *Engineering Geology* 60: 3-19.
- ANVCC. (2018). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático: Ficha Técnica por Problemática para la Evaluación de la Vulnerabilidad al Cambio Climático. SEMARNAT.
- Atlas de Riesgos en el Municipio de Almoloya de Juárez. (2016). [https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2016/AR\\_ALMOLOYA\\_DE\\_JUAREZ\\_MEX\\_2016.pdf](https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2016/AR_ALMOLOYA_DE_JUAREZ_MEX_2016.pdf)
- Bekkering, et al. (2010). Optimisation of a green gas supply chain –A review. *Biores. Technol.* 101: 450-456. IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Recuperado de: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>
- Coordinación General de Protección Civil del Estado de México. (2019). *Atlas de Riesgo del municipio de Almoloya de Juárez*. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez.
- Data México. Almoloya de Juárez: Municipio del Estado de México. Gobierno de México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/almoloya-de-juarez>
- DBGIR. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- De Ecología y Cambio Climático, I. N. (s. f.). *Inventario Nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero*. gob.mx. Recuperado de: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- Dirección de Cambio Climático de Costa Rica. (2017). *Programa Carbono Neutralidad*. Recuperado de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2018/08/Metodologi%C3%81a-MRV-PPCN-2.0-CANTONAL.pdf>
- Gay, C y Conde, C. (2013). *Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México*. <http://www.atlasclimatico.unam.mx/VulnerabilidadaCC/Vulnerabilidad/>
- Hernández-Rejón, E.M. (2014). Sustentabilidad y calidad de vida urbana. *Revista de Comunicación de la SEECI* 159-169.
- IEECC. (2020). ALMOLOYA DE JUAREZ. [https://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Pol%C3%ADticas%20P%C3%BAblicas/1\\_Diagn%C3%B3sticos%20Hidroclim%C3%A1ticos/AlmoloyaJuarez.pdf](https://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Pol%C3%ADticas%20P%C3%BAblicas/1_Diagn%C3%B3sticos%20Hidroclim%C3%A1ticos/AlmoloyaJuarez.pdf)
- IFPRI. (2009). *El Impacto en la Agricultura y los Costos de Adaptación*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. Washington, D.C. Recueprado de: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf)
- INECC. (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- INECC. (2022). Guía sobre escenarios de cambio climático para tomadores de decisiones. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- INECC. (2018). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC). <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/atlas-nacional-de-vulnerabilidad-ante-el-cambio-climatico-anvcc-80137>
- INECC. (2017). Mitigación del Cambio Climático. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/mitigacion-al-cambio-climatico-91062>

- IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 pp.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- Jaramillo, J.(2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Colombia. CEPIS, Organización Panamericana de la Salud, OMS.
- Kiss et al. (2006). Encarnación. Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Gaceta Ecológica* 79:39-51.
- Lastra M. I., M.A. Peralta A. M.A., L. Villamar A., C. Segura M., M. A. Barrera, H. Guzmán V. y R. Domínguez. 2001. La producción de carnes en México y sus perspectivas 1990-2000. 53 pp.
- Marateo et al. (2013). Uso de hábitat por aves en rellenos sanitarios del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ecología Austral* 23:2002-208.
- McWeeney R. y Hausfather Z. (2018). Q&A: How do climate models work? CarbonBrief Clear on Climate. Recuperado el 18 de junio de 2021 de <https://www.carbonbrief.org/qa-how-do-climate-models-work>.
- McMillan. A, Turrentine. J. (2021). Calentamiento global 101. NRDC. <https://www.nrdc.org/es/stories/calentamiento-global-101#que>
- México ante el cambio climático. (2021). Mitigación del Cambio Climático. <https://cambioclimatico.gob.mx/mitigacion-del-cambio-climatico/>
- Molina et al. (1974). Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction ozone. *Nature* 249: 810-812.
- Nuñez. S. (2020). Tipos de precipitaciones. Ecología Verde. Orientación/directrices por categorías de fuentes: Categorías de fuentes de la Parte III del Anexo C. (2008).chrome-extension://efaidnbmnmbpcjpcglclefindmkaj/[https://chm.pops.int/Portals/0/Repository/batbep\\_guidelines/UNEP-POPS-BATBEP-GUIDE-08-SP-6.Spanish.PDF](https://chm.pops.int/Portals/0/Repository/batbep_guidelines/UNEP-POPS-BATBEP-GUIDE-08-SP-6.Spanish.PDF)
- Orozco et al. (2015). *Desarrollo agropecuario y variación climática en el Estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México. <https://www.redalyc.org/journal/401/40140031006/html/>
- Ortiz, C y Ortega, A. (2018). Riesgo económico-agrícola y escenarios de cambio climático (2025-2075) en una región del trópico seco mexicano. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-65762018000200115#B18](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-65762018000200115#B18)
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano Almoloya de Juárez. (2022). [https://seduo.edomex.gob.mx/sites/seduo.edomex.gob.mx/files/files/PMDU\\_AJ\\_2022\\_INTEGRADO.pdf](https://seduo.edomex.gob.mx/sites/seduo.edomex.gob.mx/files/files/PMDU_AJ_2022_INTEGRADO.pdf)
- Pinos et al. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*. Agrociencia vol.46 no.4.
- Pronatura. (2013). Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero. Gobierno del estado de México.
- UNEP. (2012). *Protecting our atmosphere for generations to come. 25 years of the Montreal Protocol*
- Rcm, R. (2016, 16 noviembre). *Quema de basura: La peor alternativa | City Manager*. Recuperado de: <https://revistacitymanager.com/city-manager/quema-basura-la-peor-alternativa/>
- Reyes, G. (2017). *EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ANTE VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL MAÍZ (ZEA MAYS) EN EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL – 073, TOLUCA*. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/72358/Reyes+Anistro+Gloria.pdf;jsessionid=D1437079D73F3F5111E13E9D37AEF1A?sequence=1>
- SAGARPA, 2017. Atlas de la Vulnerabilidad de la Ganadería Extensiva al Cambio Climático. Coordinación General de Ganadería Dirección General Adjunta de COTECOCA. Presentación en power point, 25 de octubre de 2017
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). Evitemos la pirotecnia y cuidemos el aire que respiramos. Gobierno de México.



Servicio Meteorológico Nacional. (2023). Pronóstico de Temperaturas.

<https://www.gob.mx/smn/articulos/temperaturas-maximas-del-pais>

SEMARNAT. (2019). *Tiraderos a Cielo Abierto*. Gobierno de México. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/tiraderos-a-cielo-abierto-danan-ambiente-y-salud-humana?idiom=es>

Sistema. Bio. (s.f). Mitigación de más de 314 mil toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial.

<https://cuadrante.com.mx/biodigestores-sistema-bio/>

Torres et al. (2011). Afectación ambiental del tiradero a cielo abierto de Almoloya del Río, estado de México. Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos. México.

UNEP. <https://www.unep.org/>

UNFCCC. (S.N). ¿Qué significa adaptación al cambio climático y resiliencia al clima?.

<https://unfccc.int/es/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/que-significa-adaptacion-al-cambio-climatico-y-resiliencia-al-clima>

Unión de Científicos Conscientes. ¿Qué es la resiliencia climática?. <https://es.ucsusa.org/recursos/que-es-la-resiliencia-climatica#:~:text=La%20resiliencia%20clim%C3%A1tica%20se%20trata,de%20un%20mundo%20m%C3%A1s%20resiliente>

<https://es.ucsusa.org/recursos/que-es-la-resiliencia-climatica#:~:text=La%20resiliencia%20clim%C3%A1tica%20se%20trata,de%20un%20mundo%20m%C3%A1s%20resiliente>

VEMCC. (2009). *Vulnerabilidad del Estado de México ante el Cambio Climático*. [https://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma\\_pdf\\_cam\\_clima\\_4.pdf](https://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_cam_clima_4.pdf)

Wayne, G.P. (2013). *The Beginner's Guide to Representative Concentration Pathways*. Skeptical Science. Version 1.0, Agosto de 2013. 25 pp.

Weather Spark. (s.f). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Almoloya. <https://es.weatherspark.com/y/6702/Clima-promedio-en-Almoloya-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zúñiga et al. (2018). Vulnerabilidad y riesgo por lluvias intensas en México: el efecto del cambio en la cobertura del uso del suelo. *Investigación Geográfica* [online]. 2018, n.95.