



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



**CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES, CIENCIA Y  
TECNOLOGÍAS.  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**

Agenda de intervención para incidir en la mitigación y adaptación del Cambio Climático para mejorar la calidad del aire y la salud en tres Zonas Metropolitanas del estado de Hidalgo

**PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO  
CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE ZEMPOALA,  
ESTADO DE HIDALGO**



**Zempoala, Hgo., Julio 2023**



**ISBN:**

**PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE ZEMPOALA, ESTADO DE HIDALGO**

**Primera Edición 2023**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
Abasolo 600, Centro, Pachuca, Hidalgo  
México. C.P. 42000

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
SEMARNATH  
Vicente Segura No. 100  
Col. Adolfo López Mateos  
Parque Ecológico Cubitos  
Pachuca de Soto.

Ayuntamiento de Zempoala 2020-2024.  
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE ZEMPOALA  
Plaza Principal, S/N,  
Col. Centro  
C.P.43838  
Zempoala, Hgo.

**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**SISTEMA DE FONDOS**

Fondo: FOP04 Convocatoria: FOP04-2021-01

Solicitud: 00000000315834 Modalidad: B2

Publicación dentro del proyecto: **Agenda de intervención para incidir en la mitigación y adaptación del Cambio Climático para mejorar la calidad del aire y la salud en tres Zonas Metropolitanas del estado de Hidalgo.**

Proponente 1800184 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

**Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo**  
**Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades**

**Octavio Castillo Acosta**  
Rector

**Julio César Leines Medécigo**  
Secretario General

**Ivonne Juárez Ramírez**  
Directora ICSHu  
-\*-

**Sócrates López Pérez**  
Profesor Investigador  
Coordinador del proyecto  
Responsable Técnico del proyecto CONACyT

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN-CONAHCyT-UAEH**

Sócrates López Pérez  
Juan Bacilio Guerrero Escamilla  
Sonia Bass Zavala  
Luis Alberto Oliver Hernández  
Genaro Moreno Beltrán  
Lydia Josefa Raesfeld  
Silvia Mendoza Mendoza  
Silvia Lizbeth Aguilar Velázquez  
Mónica García Munguía  
Silvia Soledad Moreno Gutiérrez  
Maritza Librada Cáceres Mesa  
Héctor Hugo Siliceo Cantero  
Benjamín López Nolasco  
Edith Araceli Cano Estrada

Jennifer Vite Vega  
Francisco Alejandro Arteaga Ventura  
Daniela Michelle Gómez Ortiz  
Gabriela Montiel Ortiz  
Magda Patricia Moctezuma Velázquez  
Zaret Casandra Theyku Roque Barrera  
Nestor Carmona Mercado  
Diana Monserrat Cruz Suárez  
Dante Alfredo Hernández Silva.  
Francisco Salinas Becerra  
Pedro Damián Rivera Serrano  
Andros Desentis Hernández  
Ariadna Maya Sánchez

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DEL  
ESTADO DE HIDALGO  
SEMARNATH**

Mónica Patricia Mixtega Trejo  
**Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

Francisco de Jesús Zaragoza Tapia  
**Director General de Gestión de Calidad del Aire**

Jesús Naranjo Trejo  
**Responsable de la Operación y Mantenimiento de la Red**

Magdaleno Cervantez Bautista  
**Subsecretario de Política Ambiental**

**DIRECTORES**

**Presidencia municipal de Zempoala**

C. J. Jesús Hernández Juárez  
**Presidente Municipal**

Ruth Guadalupe Peña Ramírez  
**Secretaria Gobierno**

Gustavo Antelmo del Ángel López  
**Dirección de Obras Públicas**

Alinne Reséndiz Díaz  
**Dirección de Planeación**

Narda Suárez Hernández  
**Dirección de Desarrollo Urbano**

María Esther Cuellar Álvarez  
**Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable**

## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| <b>GLOSARIO</b> .....   | 17 |
| <b>PRESENTACIÓN</b> .....   | 26 |
| PRIMER MODELO-LA MITIGACIÓN.....  | 27 |
| SEGUNDO MODELO-ADAPTACIÓN .....   | 28 |
| <b>ANTECEDENTES</b> .....   | 33 |
| <b>MARCO JURÍDICO</b> .....   | 34 |
| EL IPCC, LA CMNUCC Y LA COP .....   | 35 |
| EL SEXTO INFORME DEL IPCC .....   | 37 |
| LA POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.....   | 38 |
| EL SISTEMA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO .....   | 44 |
| LA POLÍTICA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE HIDALGO .....                                      | 46 |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....   | 52 |
| <b>DIAGNÓSTICO SOCIODEMOGRÁFICO DEL MUNICIPIO</b> .....                                       | 55 |
| <b>ANTECEDENTES HISTORIOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO</b> .....                                      | 55 |
| <i>Información básica, territorial y poblacional contextual del municipio de: Zempoala</i> .. | 57 |
| <b>ASPECTOS GEOGRÁFICOS</b> .....   | 58 |
| <i>Ubicación</i> .....  | 58 |
| <i>Superficie municipal por tipo de fisiografía</i> .....                                     | 59 |
| <i>Superficie municipal por tipo de geología</i> .....  | 60 |
| <i>Superficie estatal por tipo de clima</i> .....   | 60 |
| <i>Principales corrientes y cuerpos de agua</i> .....   | 60 |
| <i>Superficie estatal por tipo de suelo dominante</i> .....                                   | 61 |
| <i>Principales especies vegetales, por grupo de vegetación</i> .....                          | 62 |
| <i>Superficie municipal de uso potencial agrícola y pecuario</i> .....                        | 63 |
| <i>Sitios RAMSAR</i> .....  | 64 |
| <b>ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN</b> .....   | 65 |
| <i>Población total 1950-2020</i> .....  | 65 |
| <i>Población por Sexo y Grupos de edad</i> .....  | 65 |
| <i>Proyecciones de población por grupos de edad 2021-2030</i> .....                           | 67 |
| <i>Distribución de la población por localidad</i> .....                                       | 68 |
| <i>Indicadores demográficos</i> .....   | 71 |
| <i>Estructura por edad y razón de dependencia</i> .....                                       | 72 |
| <i>Población indígena y afroamericana</i> .....   | 73 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Migración</i> .....  | 73  |
| <i>Salud</i> .....  | 75  |
| <i>Discapacidad</i> .....   | 76  |
| <i>Hogares y vivienda</i> .....   | 77  |
| <i>Educación</i> .....  | 82  |
| <i>Índice y grado de marginación</i> .....  | 84  |
| <i>Índice de Desarrollo Humano</i> .....  | 85  |
| <i>Índice de rezago social</i> .....  | 86  |
| <i>Pobreza y Carencias Sociales</i> .....   | 87  |
| <i>Economía</i> .....   | 89  |
| <i>Movilidad, transporte y vías de comunicación</i> .....   | 93  |
| INDICADORES DE LA ZONA METROPOLITANA DE PACHUCA .....   | 96  |
| <br>  |     |
| LA AGENDA AMBIENTAL EN LA ZONA METROPOLITANA DE PACHUCA...  | 101 |
| <b>LÍNEA BASE: PRIMER INVENTARIO MUNICIPAL DE CyGEI CON BASE AL ALGORITMO UAEH</b> .....  | 109 |
| PROYECCIONES 2022-2040-2060.....  | 116 |
| <i>Vulnerabilidad</i> .....   | 117 |
| <br>  |     |
| <b>EVALUACIÓN INTEGRAL DE EMISIONES DE CyGEI Y CALIDAD DEL AIRE EN ZEMPOALA</b> .....   | 121 |
| SEGUNDO MODELO DE INVENTARIO MUNICIPAL DE CyGEI-UAEH.....   | 121 |
| <b>EMISIONES CYGEI - PDMCA V1.0.</b> .....  | 121 |
| PROTOTIPO DE MEDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE V1.0. ....  | 121 |
| <i>Equipo</i> .....   | 121 |
| <i>Método automático</i> .....  | 123 |
| <i>Especificaciones técnicas</i> .....  | 123 |
| <i>Uso de equipo y plataforma.</i> .....  | 124 |
| <i>Protocolo de muestreo y diagnóstico</i> .....  | 125 |
| <br>  |     |
| <b>GENERALIDADES PARA LA ELABORACIÓN DEL INVENTARIO MUNICIPAL DE EMISIONES DE COMPUESTOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (IMECyGEI)</b> ..... | 128 |
| <b>INVENTARIO MUNICIPAL DE EMISIONES DE COMPUESTOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (IMECyGEI)</b> .....                                       | 140 |
| <b>RESULTADOS DEL INVESTARIO MUNICIPAL DE EMISIONES DE COMPUESTOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (IMECYGEI)</b> .....                        | 146 |
| DIÓXIDO DE CARBONO CO <sub>2</sub> .....  | 146 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Energía</i> .....   | 146 |
| <i>Procesos Industriales Y Usos De Productos</i> .....                             | 151 |
| <i>Agricultura, Silvicultura Y Otros Usos De La Tierra</i> .....                   | 155 |
| <i>Residuos</i> .....  | 158 |
| <b>METANO CH<sub>4</sub></b> .....   | 159 |
| <i>Agricultura, Silvicultura Y Otros Usos De La Tierra</i> .....                   | 159 |
| <i>Residuos</i> .....  | 160 |
| <b>ÓXIDO NITROSO N<sub>2</sub>O</b> .....  | 161 |
| <i>Residuos</i> .....  | 161 |
| <b>RESUMEN DE LOS RESULTADOS</b> .....   | 163 |
| <i>Resumen por categoría y fuentes</i> .....                                       | 165 |
| <b>PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MUNICIPIO DE ZEMPOALA</b> .....         | 170 |
| RESUMEN .....  | 170 |
| INVENTARIO DE CyGEI .....  | 170 |
| ÁREAS DE VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO.....   | 172 |
| <i>Proyecciones de emisiones</i> .....   | 175 |
| <b>PLAN DE ACCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE ZEMPOALA</b> .....                          | 178 |
| JERARQUIZACIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....                       | 191 |
| <b>EJE DE EDUCACIÓN AMBIENTAL</b> .....  | 196 |
| ANTECEDENTES .....   | 196 |
| META DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL .....   | 196 |
| <i>Objetivos de la Educación Ambiental (Carta de Belgrado, octubre, 1975</i> ..... | 197 |
| <i>Población de atención</i> .....   | 199 |
| <i>Temas fundamentales focalizados</i> .....                                       | 200 |
| <i>Programa de educación ambiental en el municipio</i> .....                       | 200 |
| <b>METODOLOGÍA</b> .....   | 202 |
| <i>Actividades de educación ambiental por categoría</i> .....                      | 203 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....  | 238 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Información territorial copoblacional contextual del municipio de Zempoala, Hidalgo ..... | 57 |
| <b>Tabla 2.</b> Superficie municipal por tipo de suelo, Zempoala, Hidalgo .....                           | 62 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 3.</b> Superficie municipal por tipo de vegetación, Tula de Allende 2009. ....   | 63  |
| <b>Tabla 4.</b> Población total por periodo censal, Zempoala, 1950-2020. ....   | 65  |
| <b>Tabla 5.</b> Proyecciones de Población por grupos de edad y sexo, Zempoala, 2021-2030....  | 68  |
| <b>Tabla 6.</b> Distribución de la población por localidades, Zempoala, 2020 .....  | 69  |
| <b>Tabla 7.</b> . Indicadores demográficos, Zempoala, 2020.....   | 72  |
| <b>Tabla 8.</b> Proyección 2020-2024 de razón de dependencia. Zempoala .....  | 72  |
| <b>Tabla 9.</b> Condición de autoadscripción afromexicana o afrodescendiente, Zempoala, 2020.<br>.....  | 73  |
| <b>Tabla 10.</b> Principal sector de actividad cotidiana afectado por la discapacidad, Zempoala,<br>2020. ....  | 77  |
| <b>Tabla 11.</b> Condición de habitación de la vivienda, Zempoala, 2020.....  | 78  |
| <b>Tabla 12.</b> Condición de la vivienda por material de construcción, Zempoala, 2020. ....  | 79  |
| <b>Tabla 13.</b> Disponibilidad de agua potable y alcantarillado, Zempoala, 2020.....   | 81  |
| <b>Tabla 14.</b> Forma de desechar los residuos sólidos, Zempoala, 2020.....  | 82  |
| <b>Tabla 15.</b> Índice y grado de marginación, Zempoala, 2020. ....  | 84  |
| <b>Tabla 16.</b> Índice de Desarrollo Humano, Zempoala, 2015.....   | 85  |
| <b>Tabla 17.</b> Índice y grado de rezago social, Zempoala, 2020. ....  | 86  |
| <b>Tabla 18.</b> Incidencia y carencia promedio en indicadores de pobreza, Zempoala, 2020 ....  | 89  |
| <b>Tabla 19.</b> Generación de GEI municipal, Zempoala, Hidalgo, 2022 .....   | 109 |
| <b>Tabla 20.</b> Fuentes Principales De La Generación De GEI a nivel municipal.....   | 109 |
| <b>Tabla 21.</b> Fuentes de GEI de acuerdo a actividad ganadera en Zempoala, Hidalgo .....  | 110 |
| <b>Tabla 22.</b> Fuentes de GEI de acuerdo a actividad agrícola en Zempoala, Hidalgo .....  | 111 |
| <b>Tabla 23.</b> Fuentes generadoras de GEI por Áreas productivas y de servicio en Zempoala,<br>Hidalgo .....   | 112 |
| <b>Tabla 24.</b> Fuentes generadoras de GEI por vehículos automotores en Zempoala, Hidalgo<br>.....   | 113 |
| <b>Tabla 25.</b> Fuentes generadoras de gei por generación de energía eléctrica, industrias<br>química, cemento y cal o de la transformación en Zempoala, hidalgo ..... | 114 |
| <b>Tabla 26</b> Índice de Calidad del Aire utilizada por el Software4DMapper .....  | 124 |
| <b>Tabla 27.</b> Resultados de los contaminantes con valor medido .....   | 127 |
| <b>Tabla 28.</b> Matriz de Correlación conversiones de Unidades .....   | 140 |
| <b>Tabla 29.-</b> Potencial de Calentamiento de Compuestos y Gases del Efecto Invernadero ..  | 141 |
| <b>Tabla 30.</b> Equivalencias para el cálculo de toneladas totales por UTA.....  | 143 |
| <b>Tabla 31a.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por<br>quema de combustible con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....        | 147 |
| <b>Tabla 32b.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por<br>quema de combustible con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....        | 148 |
| <b>Tabla 33c.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por<br>quema de combustible con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....        | 149 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 34.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 ..... | 150 |
| <b>Tabla 35a.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....            | 152 |
| <b>Tabla 36b.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....            | 153 |
| <b>Tabla 37c.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....            | 154 |
| <b>Tabla 38a.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....  | 156 |
| <b>Tabla 39b.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Tierra (hectáreas) con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....  | 157 |
| <b>Tabla 40.</b> Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023 .....   | 159 |
| <b>Tabla 41.</b> Total de emisiones de IMCyGEI (CH <sub>4</sub> ) en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023.....   | 160 |
| <b>Tabla 42.</b> Total de emisiones de IMCyGEI (CH <sub>4</sub> ) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023.....   | 161 |
| <b>Tabla 43.</b> Total de emisiones de IMCyGEI (N <sub>2</sub> O) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023.....   | 162 |
| <b>Tabla 44.</b> Total de toneladas anuales de emisiones de CyGEI por categoría del municipio de Zempoala .....  | 163 |
| <b>Tabla 45.</b> Total de toneladas de CO <sub>2</sub> eq por categoría del municipio de Zempoala.....   | 164 |
| <b>Tabla 46.</b> Proyección de emisiones y reducciones estimada de emisiones de GEI del PMCC de Zempoala, 2023-2043 .....  | 175 |
| <b>Tabla 47.</b> Plan de acción por categoría y eje para el municipio de Zempoala .....  | 180 |
| <b>Tabla 48.</b> Jerarquización de las acciones 2023-2030.....   | 191 |
| <b>Tabla 49a.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....                                  | 204 |
| <b>Tabla 50b.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....                                  | 205 |
| <b>Tabla 51c.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....                                  | 206 |
| <b>Tabla 52d.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....                                  | 207 |
| <b>Tabla 53e.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....                                  | 208 |
| <b>Tabla 54f.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....                                  | 209 |
| <b>Tabla 55g.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....                                  | 210 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 56h.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030 .....   | 211 |
| <b>Tabla 57i.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030 .....   | 212 |
| <b>Tabla 58j.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030 .....   | 213 |
| <b>Tabla 59k.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030 .....   | 214 |
| <b>Tabla 60a.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030                  | 215 |
| <b>Tabla 61b.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030                  | 216 |
| <b>Tabla 62c.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030                  | 217 |
| <b>Tabla 63d.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030                  | 218 |
| <b>Tabla 64e.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030                  | 219 |
| <b>Tabla 65f.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030                  | 220 |
| <b>Tabla 66a.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 221 |
| <b>Tabla 67b.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 222 |
| <b>Tabla 68c.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 223 |
| <b>Tabla 69d.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 224 |
| <b>Tabla 70e.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 225 |
| <b>Tabla 71f.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 226 |
| <b>Tabla 72g.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 227 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 73h.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 228 |
| <b>Tabla 74i.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 229 |
| <b>Tabla 75j.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 230 |
| <b>Tabla 76k.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030 ..... | 231 |
| <b>Tabla 77a.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....   | 232 |
| <b>Tabla 78b.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....   | 233 |
| <b>Tabla 79c.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....   | 234 |
| <b>Tabla 80d.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....   | 235 |
| <b>Tabla 81e.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....   | 236 |
| <b>Tabla 82f.</b> Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030.....   | 237 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Gráfico 1.</b> Índice de Riesgo Ambiental .....  | 31 |
| <b>Gráfico 2.</b> Pirámide poblacional, Zempoala, 2020 .....  | 66 |
| <b>Gráfico 3.</b> Principales causas de migración, Zempoala 2020.....   | 74 |
| <b>Gráfico 4.</b> Porcentaje de población afiliada a servicios de salud, Zempoala 2020.....                       | 75 |
| <b>Gráfico 5.</b> Eco tecnologías del Municipio de Zempoala, 2020 .....   | 80 |
| <b>Gráfico 6.</b> Clasificación de residuos en el municipio de Zempoala, 2020 .....                               | 81 |
| <b>Gráfico 7.</b> Nivel de Escolaridad por tipo y grado de estudio, Zempoala, 2020.....                           | 83 |
| <b>Gráfico 8.</b> Matriculas en educación superior por carrera y sexo, Zempoala, 2020 .....                       | 84 |
| <b>Gráfico 9.</b> Índice de Desarrollo Humano, Zempoala, 2015 .....   | 86 |
| <b>Gráfico 10.</b> Población por condición de pobreza multidimensional y carencias sociales, Zempoala 2020.....   | 88 |
| <b>Gráfico 11.</b> Población económica y no económicamente activa, Zempoala 2020 .....                            | 90 |
| <b>Gráfico 12.</b> Total de unidades por sectores económicos, Zempoala, 2020. ....                                | 91 |
| <b>Gráfico 13.</b> Clase y total de unidades económicas con mayor actividad en el municipio de Zempoala 2020..... | 93 |
| <b>Gráfico 14.</b> Vehículos registrados y en circulación por año, Zempoala 1990-2021.....                        | 95 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Gráfico 15.</b> Fuentes generadores de GEI en el municipio de Zempoala, Hidalgo 2022.....   | 110 |
| <b>Gráfico 16.</b> Fuentes de GEI de acuerdo a actividad ganadera en Zempoala, Hidalgo .....   | 111 |
| <b>Gráfico 17.</b> Fuentes de GEI de acuerdo a actividad agrícola en Zempoala, Hidalgo .....   | 112 |
| <b>Gráfico 18.</b> Fuentes generadoras de GEI por Áreas productivas y de servicio en Zempoala, Hidalgo .....   | 113 |
| <b>Gráfico 19.</b> Fuentes generadoras de GEI por vehículos automotores en Zempoala, Hidalgo .....   | 114 |
| <b>Gráfico 20.</b> Fuentes generadoras de GEI por generación de energía eléctrica, industria química, cemento y cal o de la transformación en Zempoala, hidalgo .....                                    | 115 |
| <b>Gráfico 21.</b> Escala de GEI producidos en el municipio de Zempoala, Hidalgo 2022 .....  | 115 |
| <b>Gráfico 22.</b> Prospectiva de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en toneladas-años en el municipio de Zempoala, Hidalgo 2022-2060.....  | 116 |
| <b>Gráfico 23.</b> Vulnerabilidad social y económica en el municipio de Zempoala, Hidalgo .....  | 118 |
| <b>Gráfico 24.</b> Vulnerabilidad ante eventos climáticos en el municipio de Zempoala, Hidalgo .....   | 118 |
| <b>Gráfico 25.</b> Vulnerabilidad por sectores en el municipio de Zempoala, Hidalgo.....   | 119 |
| <b>Gráfico 26.</b> Resumen general por tipo de vulnerabilidad en el municipio de Zempoala, Hidalgo .   | 120 |
| <b>Gráfico 27.</b> Distribución porcentual de toneladas anuales de emisiones CO <sub>2</sub> eq por categoría del municipio de Zempoala. ....  | 164 |
| <b>Gráfico 28.</b> Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO <sub>2</sub> (toneladas) por la fuente de Actividades de quema de combustible, Zempoala 2023 .....                             | 165 |
| <b>Gráfico 29.</b> Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO <sub>2</sub> (toneladas) por la categoría de Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente, Zempoala 2023..... | 166 |
| <b>Gráfico 30.</b> Distribución porcentual de las <b>emisiones</b> anuales de CO <sub>2</sub> (toneladas) por usos de la tierra, Zempoala 2023 .....   | 167 |
| <b>Gráfico 31.</b> Distribución porcentual de las <b>absorciones</b> anuales de CO <sub>2</sub> (toneladas) por la subfuente usos de la tierra, Zempoala 2023 .....                                      | 167 |
| <b>Gráfico 32.</b> Distribución porcentual de las emisiones anuales de CH <sub>4</sub> (toneladas) por residuos, Zempoala 2023.....  | 168 |
| <b>Gráfico 33.</b> Distribución porcentual de las emisiones anuales de N <sub>2</sub> O (toneladas) por la categoría de residuos, Zempoala 2023.....   | 169 |
| <b>Gráfico 34.</b> Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones totales por toneladas de CO <sub>2</sub> eq en Zempoala 2023-2043.....  | 176 |
| <b>Gráfico 35.</b> Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Energía y Agricultura por toneladas de CO <sub>2</sub> eq en Zempoala 2023-2043.....                      | 177 |
| <b>Gráfico 36.</b> Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Procesos industriales y Residuos por toneladas de CO <sub>2</sub> eq en Zempoala 2023-2043 .....          | 177 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Cuadro 1.</b> Mecanismos de adaptación y Mitigación en el estado de Hidalgo.....   | 47  |
| <b>Cuadro 2.</b> Instrumentos normativos y de planeación en materia climática.....  | 48  |
| <b>Cuadro 3.</b> Funciones de la Comisión y del Consejo .....   | 51  |
| <b>Cuadro 4.</b> Compromisos de la COP26 y del Gobierno de México para atender los efectos adversos del Cambio Climático..... | 102 |
| <b>Cuadro 5.</b> Incidencia sobre la salud de cada contaminante.....  | 124 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Cuadro 6a.</b> Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006.....  | 131 |
| <b>Cuadro 7b.</b> Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006.....  | 132 |
| <b>Cuadro 8c.</b> Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006.....  | 133 |
| <b>Cuadro 9d.</b> Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006.....  | 134 |
| <b>Cuadro 10e.</b> Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006..... | 135 |
| <b>Cuadro 11f.</b> Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006..... | 136 |
| <b>Cuadro 12g.</b> Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006..... | 137 |
| <b>Cuadro 13.</b> Orden de prioridad de las acciones de Educación Ambiental .....                                | 203 |

## ÍNDICE DE MAPAS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Mapa 1.</b> Ubicación geográfica de Zempoala, Hidalgo 2020 .....              | 59  |
| <b>Mapa 2.</b> Vegetación potencial dominante y uso de suelo, Zempoala,2020..... | 62  |
| <b>Mapa 3-</b> Vialidades estatales y federales, Zempoala, 2020.....             | 94  |
| <b>Mapa 4.</b> Natalidad Bruta en la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020 .....   | 96  |
| <b>Mapa 5.</b> Derechohabientes en la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020.....   | 97  |
| <b>Mapa 6.</b> Migración en la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020 .....         | 98  |
| <b>Mapa 7.</b> Zonas metropolitanas del Estado de Hidalgo .....                  | 100 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 1.</b> Sistemas S1, S2 y S3.....  | 30  |
| <b>Figura 2.</b> Instrumentos de la Política Nacional de Cambio Climático .....   | 42  |
| <b>Figura 3.</b> Sistema Nacional de Cambio Climático .....   | 45  |
| <b>Figura 4.</b> Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.....   | 46  |
| <b>Figura 5.</b> Sistema Estatal de Cambio Climático de Hidalgo .....   | 49  |
| <b>Figura 6.</b> Comisión Estatal Intersectorial de Cambio Climático .....  | 50  |
| <b>Figura 7.</b> Pasos para la elaboración de la Agenda Ambiental .....   | 106 |
| <b>Figura 8.</b> Principios rectores para la armonización de la correcta planificación y gestión del territorio ante el Cambio Climático..... | 107 |
| <b>Figura 9.</b> Sistemas de incidencia para identificar la vulnerabilidad.....   | 117 |
| <b>Figura 10.</b> Ejes de acción climática del municipio de Zempoala .....  | 174 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 11.</b> Propuestas de organización para la mitigación y adaptación en sectores de incidencia..... | 197 |
|---|-----|

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|  |     |
|--|-----|
| <b>Imagen 1.</b> Captura geoespacial de Sniffer 4v-2D .....  | 122 |
| <b>Imagen 2.</b> Sniffer montado en vehículo .....   | 122 |
| <b>Imagen 3.</b> Sniffer montado en dron Matrice 300. ....   | 123 |
| <b>Imagen 4.</b> Ejemplo de rutas de medición móvil.....   | 126 |
| <b>Imagen 5.</b> Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer 4D Mapper, Tula de Allende-PTAR Atotonilco de Tula. .... | 127 |
| <b>Imagen 6.</b> Cementera Cruz Azul, Tula de Allende, Hidalgo .....   | 130 |
| <b>Imagen 7.</b> Contenedor químico con advertencia de sustancias peligrosas .....   | 138 |
| <b>Imagen 8.</b> Sector ganadero en el municipio de Mineral de la Reforma, Hidalgo .....                                     | 138 |
| <b>Imagen 9.</b> Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer4D-Mapper Zempoala.....                                   | 143 |
| <b>Imagen 10.</b> Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer4D-Mapper Zempoala (Cabecera Municipal).....             | 144 |

## GLOSARIO<sup>1</sup>

**ACCIONES DE URBANIZACIÓN:** La urbanización del suelo y la edificación en el mismo; comprende también la transformación del suelo rural a urbano; las fusiones subdivisiones y fraccionamientos de áreas y predios; los cambios en la utilización y en el régimen de propiedad de predios y fincas; la rehabilitación de fincas y zonas urbanas; así como las actividades encaminadas a proporcionar en un área de crecimiento la introducción o mejoramiento de las redes de infraestructura.

**ACTIVIDAD ECONÓMICA:** Conjunto de operaciones relacionadas con la producción y distribución de bienes y servicios. Se distinguen en economía: actividades primarias (agropecuarias y extractivas), secundarias (manufactura y producción industrial), terciarias (servicios), cuaternarias (servicios altamente especializados).

**AGLOMERACIÓN URBANA:** Es una región urbanizada que se extiende en solución de continuidad a lo largo de varias circunscripciones administrativas; normalmente comprende una ciudad central y pueblos o ciudad satélite a los que ésta ha absorbido en su crecimiento.

**ALFABETA:** Población de 15 y más años que sabe leer y escribir un recado.

**ANALFABETA:** Población de 15 y más años que no sabe leer ni escribir un recado.

**ANÁLISIS URBANO:** Conjunto de actividades ordenadas sistemáticamente que tienen por objeto conocer el funcionamiento de la estructura urbana, tanto en lo relativo a los aspectos físicos como a los económicos y sociales. Este análisis procura, sucesiva e interactivamente, obtener explicaciones del fenómeno urbano de tipo global, sectorial y territorial.

---

<sup>1</sup>Organizado a partir de *Glosario de Términos de Desarrollo Urbano SEDESOL (Glosario2000sedesol.pdf)*, *Metodología y términos INEGI (WWW.inegi.gob.mx)*. Consejo Nacional de Población ([www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)). *Diccionario de Sociología (Herder)*. Tomado de la base, acervo bibliográfico, estadístico y documental de datos organizado y sistematizado durante el 2do Taller de Análisis del Funcionamiento de la Región Megalopolitana del Centro del País, 2007-2008. Actualizado a diciembre de 2010. Pachuca, Hgo.

**ÁREA DE EXPULSIÓN POBLACIONAL:** Extensión territorial integrada por localidades de uno o varios municipios o estados, que por sus condiciones socioeconómicas no ofrecen condiciones favorables para retener a su población.

**ÁREA GEOESTADÍSTICA BÁSICA RURAL:** Extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas Geoestadísticas Municipales, donde se ubican la parte rural, cuya extensión territorial en promedio es de 11,000 hectáreas y se caracteriza por el uso del suelo de tipo agropecuario o forestal, contiene localidades rurales y extensiones naturales y culturales, cabe señalar que existen AGEB rurales sin localidades.

**ÁREA GEOESTADÍSTICA BÁSICA URBANA:** Extensión territorial ocupada por un conjunto de manzanas que generalmente son de 1 a 50 delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo fácil de identificar en el terreno y cuyo suelo sea principalmente habitacional, industrial, de servicios y comercial, solo se asignan al interior de las localidades urbanas.

**CENTRO DE LA CIUDAD:** Núcleo principal de atracción dentro del área urbana, generalmente caracterizado por ser el centro histórico y por la presencia de instituciones de gobierno, de administración, de servicios públicos, así como por localizarse en él actividades comerciales, financieras, sociales y culturales de primera importancia o altamente especializadas.

**CENTRO URBANO:** Núcleo principal de atracción dentro del área urbana, caracterizado por la presencia de las instituciones de gobierno, de la administración y los servicios públicos.

**CIUDAD:** Es un sistema dinámico de mercados interrelacionados e interdependientes, que se caracteriza por la gran densidad y especialización de los agentes económicos, y por ciertas condiciones institucionales que influyen sobre el proceso de decisiones de los distintos gobiernos, cada uno de los cuales posee autoridad y una competencia limitada. Una Población mayor de 3,000 habitantes.

Espacio geográfico transformado por el hombre mediante la realización de un conjunto de construcciones con carácter de continuidad y contigüidad. Espacio ocupado por una población relativamente grande, permanente y socialmente heterogénea, en el que se dan funciones de residencia, gobierno transformación e intercambio, con un grado de

equipamiento de servicios, que asegura las condiciones de la vida humana. La ciudad es el lugar geográfico donde se manifiestan, en forma concentrada, las realidades sociales, económicas, políticas y demográficas de un territorio.

**CIUDAD GLOBAL Y/O MUNDIAL:** Define a las ciudades que cumplen con una serie de características nacidas debido al efecto de la globalización y al constante crecimiento de la urbanización.

**COEFICIENTE DE GINI:** Es una medida de la desigualdad. Normalmente se utiliza para medir la desigualdad en los ingresos, pero puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual.

**CONURBACION:** Se define como el proceso y el resultado del crecimiento de varias ciudades (donde una o varias de ellas pueden encabezar al grupo), las cuales se integran para formar un solo sistema que suele estar jerarquizado. Si bien las distintas unidades que lo componen pueden mantener su independencia funcional y dinámica.

**CRECIMIENTO:** Se define como crecimiento al aumento irreversible de tamaño en un organismo, como consecuencia de la proliferación celular, misma que conduce al desarrollo de estructuras más especializadas del organismo, comenzando por las propias células y, pasando por tejidos, hasta llegar a órganos y sistemas. Estas estructuras, más desarrolladas, se hacen cargo de realizar el trabajo biológico más importante.

**CRECIMIENTO URBANO:** Expansión geográfica-espacial y/o demográfica de la ciudad, ya sea por extensión física territorial del tejido urbano, por incremento en las densidades de construcción y población, o como generalmente sucede, por ambos aspectos. Esta expansión puede darse en forma espontánea o en forma planificada. No implica cambios cualitativos; únicamente, cuantitativos.

**DENSIDAD DE POBLACIÓN:** Indica el número de personas o habitantes que constituyen la población en una zona por unidad de superficie territorial de dicha zona.

**DESCONCENTRACIÓN:** Es una técnica administrativa que consiste en el traspaso de la titularidad y el ejercicio de una competencia que las normas le atribuyan como propia a un órgano administrativo en otro órgano de la misma administración pública jerárquicamente dependiente.

**EMIGRACIÓN:** Consiste en dejar el propio país o la propia región para establecerse en otro sitio.

**EMIGRANTE:** Persona que sale de una unidad geográfica determinada (municipio o delegación, entidad federativa o país) para establecer su residencia habitual en otra.

**ESPACIO:** Es un conjunto de aspectos descriptivos, objetos, o entidades los cuales tiene relaciones abstractas de adyacencia, que pueden ser interpretadas en términos geométricos. Según la disciplina científica o contexto en el que aparezca la palabra se puede concretar más su significado.

**ESTRUCTURA ECONÓMICA:** Es un todo en el que sus elementos se encuentran distribuidos según la organización de conjunto que se determina la función que desempeñan cada uno dentro de su totalidad conformada por la fuerza productiva y las relaciones sociales de producción.

**FUNCIONALIDAD:** Posesión de un rango de primacía de forma dominante al resto de los sistemas regionales. Dominio basado en una economía no productiva, si no sustentada en el desarrollo de las altas finanzas. La funcionalidad definirá a las ciudades globales por las actividades de mayor innovación y productividad: industrias tecnológicas, servicios financieros, servicios a empresas, nudos de transportes y comunicaciones, etc.

**HOGAR:** Se usa para designar el lugar donde una persona vive, donde siente seguridad y calma.

Unidad formada por una o más personas, unidas o no por lazos de parentesco, que residen habitualmente en la misma vivienda y se sostienen de un gasto común para la alimentación.

**ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH):** Es una medición por país, elaborada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Se basa en un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: Vida larga y saludable (medida según la esperanza de vida al nacer). Educación (medida por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y superior, así como los años de duración de la educación obligatoria). Nivel de vida digno (medido por el PIB per cápita PPA en dólares).

**ÍNDICE DE MARGINACION:** Es una medida que permite diferenciar entidades federativas y municipios según el impacto global de las carencias que padece la población.

**INMIGRACION:** Es la entrada a un país de personas que nacieron o proceden de otro lugar.

**INMIGRANTE:** Persona que ingresa a una unidad geográfica determinada (municipio o delegación, entidad o país) para radicar en ella.

**INTENSIDAD BAJA:** Presentan un patrón concéntrico y se reflejan en los movimientos vehiculares para trasladarse a otras ciudades de mayor importancia como los lugares de 1er y 2do rango.

**INTENSIDAD MEDIA:** Se da entre los lugares de segundo y tercer rango así como con las zonas metropolitanas que se encuentran fuera de la meso región centro (Trabajo, comercio y abasto al menudeo, intercambio de autopartes y abasto al menudeo).

**MARGINACIÓN:** Es una situación social de desventaja económica, profesional, política o de estatus social, producida por la dificultad que una persona o grupo tiene para integrarse a algunos de los sistemas de funcionamiento social (integración social).

**MEGACIUDAD:** Es una área metropolitana con más de 10 millones de habitantes. Algunas definiciones requieren también que tenga una densidad demográfica mínima de 2.000 personas/km<sup>2</sup>). Puede estar conformada de una, dos o más áreas metropolitanas que se han unido físicamente. El término megaciudad también se utiliza a veces para referirse a un área urbana con más de 20 millones de habitantes.

**MEGALÓPOLIS:** Conjunto de áreas metropolitanas, cuyo crecimiento urbano acelerado lleva al contacto del área de influencia de una con las otras. Las megalópolis suelen estar formadas por conurbaciones de grandes ciudades. Palabra griega que significa "gran ciudad". Es la gran área urbanizada resultante de la fusión gradual de varias metrópolis y ciudades conformando una gran aglomeración urbana. Se caracteriza por un enorme crecimiento urbano, suburbano y metropolitano, produciendo una cinta casi continua de ciudades

**MEGALÓPOLIS DEL CENTRO:** Es el resultado de la interacción de varias zonas metropolitanas y aglomeraciones urbanas en la región centro del país (PNDUOT, 2001-2006).

**METRÓPOLI:** Ciudad principal, predominante o hegemónica de un país, estado o región, con relación al territorio que ejerce su influencia, y de cual depende en diversos aspectos para su existencia y crecimiento (SAHOP).

La ciudad predominante en un sistema urbano que ejerce determinada influencia en el desarrollo económico, social y político de una región, estado o país (PNDUOT; 2001-2006)

**METRÓPOLIS:** Son aglomeraciones urbanas complejas conformadas por distintas unidades territoriales (Rodríguez y Oviedo, 2001), que sobrepasan frecuentemente los límites administrativos necesitan una coordinación para su funcionamiento. Estas ciudades deben responder al reto de la competitividad.

**METRÓPOLIS MUNDIALES:** Se designan como tales a las grandes concentraciones urbanas.

**MIGRACIÓN O MOVIMIENTO MIGRATORIO:** Se denomina así al desplazamiento de individuos con traslado de residencia desde el lugar de origen o lugar de salida al lugar de destino o lugar de entrada.

Las migraciones externas también llamadas migraciones internacionales se producen cuando los territorios de origen y destino corresponden a países distintos. La migración se llama inmigración o emigración según sea el destino o el lugar de origen el que se considere al estudiar el movimiento migratorio. Si el lugar de origen y el lugar de destino se hallan situados ambos en el interior de un mismo territorio, el movimiento migratorio se llama entonces migración interna. El saldo migratorio representa la diferencia entre el número de entradas y el de salidas. Este saldo se denomina inmigración neta cuando el número de entradas es superior al de salidas, y emigración neta en el caso contrario.

**MORFOLOGÍA:** Supone una ruptura con el concepto de aglomeración urbana basada en la continuidad de edificación. Ahora se habla de fragmentación física de la ciudad. El centro ha perdido sus atributos de centralidad y ha evolucionado con tendencia a transformarse en otro sector cualquiera de la ciudad.

**MUNICIPIO:** Es considerado como la unidad menor de la división política administrativa del país. Los municipios integran los 31 estados del país y su número es diferente en cada uno de ellos.

**MUNICIPIOS CENTRALES:** Municipios donde se localizan la ciudad principal que da origen a la Zona Metropolitana.

**MUNICIPIOS EXTERIORES:** Definidos con base en criterios estadísticos y geográficos. Contiguos a los anteriores, cuyas localidades no están conurbadas a la ciudad principal, pero manifiestan un carácter urbano y alto grado de integración funcional con los municipios centrales.

**ORGANIZACIÓN SOCIAL O INSTITUCION SOCIAL:** Es un grupo de posiciones sociales conectadas por relaciones sociales que forman un rol social.

**PIB PER CAPITA:** Es la relación que hay entre el PIB (producto interno bruto) de un país y su cantidad de habitantes.

**PIRÁMIDE DE EDAD:** Constituye un medio de representación gráfica que permite estudiar la estructura por edad de una población y revela bastante información sobre los patrones históricos de natalidad y mortalidad de varias generaciones.

**POBLACIÓN:** Es el conjunto de personas que viven dentro de un territorio geográfica y políticamente limitable, en un momento dado.

**POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA):** Se define como aquella parte de la población que proporciona la mano de obra para la producción de bienes y servicios de índole económica o social; incluye a los empleadores, las personas que trabajan por cuenta propia, los trabajadores familiares no remunerados y los asalariados, así como los desocupados que declaran tener un oficio o profesión.

**POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA:** Se considera como desocupados a las personas que en la semana anterior al censo no realizaron ningún trabajo a cambio de remuneración, no tenían un empleo o trabajo del cual estuvieran temporalmente ausentes, ni tampoco ayudaron en un negocio familiar sin remuneración, pero buscaron trabajo y realizaron durante esa semana alguna actividad para encontrarlo, como consultar amigos, parientes, hacer solicitudes de empleo, inscribirse en agencias de colocación, recurrir a sindicatos, etcétera.

**POBLACIÓN ECONOMICAMENTE INACTIVA:** Son las personas de 12 años y más que en la semana anterior al censo (u otro periodo determinado) no estaban incluidas en el rango de ocupados o desocupados según la clasificación señalada en el término, es decir que no realizaron alguna actividad considerada como económica.

**POBLACIÓN RURAL:** Es aquella que cuenta con menos de 2 500 habitantes.

**POBLACIÓN URBANA:** Es aquella donde viven más de 2 500 personas.

**POBREZA:** Es la ausencia de las capacidades básicas, la carencia de una base social que permite a cualquier individuo insertarse a la sociedad a través del ejercicio de su voluntad y de su capacidad para generar ingreso, para así tomar decisiones relevantes. Las capacidades básicas son cualidades o características específicas que tiene o no el individuo (nutrición, salud, educación y vivienda).

**POBREZA EXTREMA:** Se dice que existe pobreza extrema cuando los ingresos totales del hogar no son suficientes para atender las necesidades de alimentación del grupo familiar.

**PROCESO DE URBANIZACIÓN:** Es la existencia y desarrollo de un espacio significado, convertido en un contenedor espacial de un determinado número de población urbana con una serie de actividades que la definen como totalidad social, y este contenedor espacial se ubica en un emplazamiento geográfico, transformándolo en hábitat urbano por una serie de características tempo espaciales exigidas por la complejidad que se presentan en las actividades humanas.

**PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB):** Es el valor monetario total de la producción corriente de bienes y servicios de un país durante un período (normalmente es un trimestre o un año).

**REGIÓN:** Es una división espacial de un Estado o de un área distinta, determinada por caracteres étnicos, demográficos, históricos, culturales, económicos o circunstancias especiales de clima, topografía, administración, gobierno, etc.

**SALARIO MÍNIMO:** Es el mínimo establecido legalmente, para cada periodo laboral (hora, día o mes), que los empleadores deben pagar a sus trabajadores por sus labores.

**SECTOR PRIMARIO O AGRARIO:** Está formado por las actividades económicas relacionadas con la transformación de los recursos naturales en productos primarios. Las principales actividades del sector primario son la agricultura, la minería, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza y la pesca.

**SECTOR SECUNDARIO:** Es el conjunto de actividades que implican transformación de alimentos y materias primas a través de los más variados procesos productivos. Comprende todas las actividades económicas de un país relacionadas con la transformación de industrial de alimentos y otros tipos de bienes o mercancías.

**SECTOR TERCIARIO:** Es el sector económico que engloba de todas aquellas actividades económicas que no producen bienes materiales de forma directa, sino servicios que se ofrecen para satisfacer las necesidades de la población.

**SISTEMA URBANO O SISTEMA DE CIUDADES:** Una totalidad compleja, formada por dos grandes dimensiones integradas, interrelacionadas e independientes.

El sistema de ciudades no es un agregado simple de ciudades, sino la combinación compleja y funcional de lugares centrales y áreas de influencia (CONAPO, 1991).

**SOCIOECONÓMICO:** Que incumbe a la sociedad y su economía.

## **PRESENTACIÓN**

La metodología para la construcción de la Agenda de intervención para incidir en la mitigación y adaptación del Cambio Climático para mejorar la calidad del aire y la salud en tres Zonas Metropolitanas del estado de Hidalgo se basa en los elementos principales señalados por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC por sus siglas en inglés). En este caso a partir de los informes emitidos como orientación para el diseño propio de una Agenda de intervención para la mitigación y adaptación ante los efectos del Cambio Climático (CC). Desde un principio se tiene contemplado la integración del sistema jurídico nacional, y su armonía con otros mecanismos institucionales. La base de la construcción de esta agenda es el diseño de una plataforma que integre diversos sistemas de indicadores e información geográfica, para la toma de decisiones y la planeación de acciones, planes y programas que incidan sobre las emisiones y contribuyan a la adaptación de las poblaciones a los eventos del CC.

Estas poblaciones y sus sistemas deberán definir su vulnerabilidad para definir las formas de asegurar su resiliencia. Esta plataforma y sus sistemas aseguran el diseño de las políticas públicas a nivel local en forma flexible, bajo sus propios recursos y la participación de los actores en escenarios de mayor incidencia, con acciones de adaptación focalizadas, y con estrategias definidas por las autoridades en coordinación participativa de los demás actores que influyen para la disminución del riesgo y la vulnerabilidad, pero a su vez,

enlazadas al mejoramiento de la calidad del aire. Esta misma metodología se verá fortalecida mediante la utilización de grandes herramientas tecnológicas, que van evaluar en forma continua, creación de información en tiempo real, integración y diseño de información geográfica y bases de datos, así como enlazados a nuevos mecanismos de transferencia de la información y el monitor.

## **PRIMER MODELO-LA MITIGACIÓN**

La estrategia de Mitigación, parte de la selección de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y su distribución a nivel municipal según el modelo desarrollado y con base a sus fuentes de emisión, se deben elaborar los planes municipales donde acorde a sus características geoespaciales deben enfocar sus esfuerzos de mitigación desarrollando e implementando los elementos que mejor se adapten a sus características, así como focalizar la fuente y el recurso (López, Guerrero & Bass, 2021). Cada fuente, municipio y GEI, queda claramente determinado y focalizado en cuanto a su aporte y volúmenes de gas. El cual, al aplicar el modelo se logra identificar las áreas más importantes de aporte, sus fuentes, los costos y con ello el propio Plan de Acciones; es decir, solo se debe intervenir en aquellas fuentes de gran aporte de GEI (ibídem).

Al integrarse el plan de mitigación a diez años con un porcentaje de 30%, según las convenciones internacionales el modelo de la estrategia de mitigación, estará integrado bajo el Sistema de Información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del Plan Estatal de Acciones para el Cambio Climático (PEACCH). Bajo esta ruta diseñada, se construyeron las bases de datos, se estandarizaron y se diseñó un sistema de ecuaciones que fueron programadas en un simulador para la obtención de resultados. En este sentido, la estrategia de mitigación para el estado de Hidalgo se debe apoyar a su vez en 84 planes de mitigación a nivel municipal. De estos, los que más destacan son aquellos que aportan la mayor cantidad de CO<sub>2</sub>, el cual es el GEI más importante para Hidalgo, ya que aporta Emisiones netas en el Estado por Categoría (Gg eq de CO<sub>2</sub>) con un total de 24,225.42 Gg. Siendo el total para Hidalgo de 32,194.62Gg, por lo tanto, ocupa el 75.24% del aporte estatal (PEACCH, 2013-2016). A su vez, la fuente que determina este aporte son el Combustible Quemado en la industria generadora de electricidad (7,342.58 CO<sub>2</sub> eq.), la Producción de Cemento (como

procesos industriales, con 3,710.84 CO<sub>2</sub> eq.), Combustibles Quemados en la Industria Química (2,708.970 CO<sub>2</sub> eq.) y el sector de Móviles, en su fuente de Transporte Terrestre (2,671.46 CO<sub>2</sub> eq.), ya que aporta el 59.77%.

No obstante, a nivel municipal las distribuciones de los aportes son muy dispersos ya que quedan concentrados en las grandes ciudades que cuentan con industrias y con una gran cantidad de vehículos y transporte (IPECC, 2007). Con ello, “en el caso de las industrias, este aporte de CO<sub>2</sub>, se concentra en la Zona Metropolitana de Tula, al contar con todas esas actividades. Para el caso de los móviles, estos se concentran en la mayor parte de las ciudades, principalmente Pachuca, Tulancingo, Tula, Tepeji de Río, Huichapan, Ixmiquilpan, Huejutla, Tizayuca, Actopan, Tepeapulco, Mineral de la Reforma, Mixquiahuala, San Agustín Tlaxiaca, Francisco I. Madero, Cuautepec, Atotonilco de Tula, Atotonilco el Grande, ya que se concentran en el tercer y cuarto cuartil del modelo” (López, Oliver, et al. 2020, pp. 26-27).

## **SEGUNDO MODELO-ADAPTACIÓN**

Por su parte, el Plan de Adaptación está conformado por categorías básicas como la energía, el comportamiento agrícola, la situación de la ganadería, el agua en su relación con el consumo humano, las acciones sobre el sector económico del turismo, la salud pública sobre la población, los impactos y presión sobre transporte e industria, así como las relaciones que se establecen en los diversos sistemas de asentamientos humanos (FM-EUC, 2016, pp. 3-94). Estos temas han sido abordados de la misma forma que en el apartado de Mitigación, y al desarrollar los múltiples escenarios de incidencia de los GEI, implica mencionar cuales son los municipios de mayor aporte y sus diversas condiciones económicas, políticas y sociales. Al agregar los principales elementos de los eventos climáticos en las diversas regiones, su población y las formas de afectación, para con ello poder definir tres sistemas fundamentales, permitiendo así, diseñar un Indicador de Riesgo para el estado de Hidalgo, el cual podrá definir todos aquellos espacios sociales y económicos en relación de la composición de afectación ante el CC. Lo anterior define la relación básica que se establecerá entre los diversos cambios provocados a través del tiempo sobre determinadas zonas y en temas de CC (temperatura, lluvia) y su impacto sobre las poblaciones humanas que están actuando directamente en dichas zonas. En este caso se debe partir que ante cualquier variación del

clima se tendrá un impacto directo sobre esos asentamientos humanos. Dicho impacto estará en relación de las propias capacidades de los grupos humanos en afectación, implicando una relación directa con las posibilidades de adaptación y según su propia composición de vulnerabilidad y riesgo. Es decir, los grupos humanos están en condiciones de vulnerabilidad y riesgo cuando se desbordan aquellas variables que mantenían bajo control, como es el caso de la siembra, la construcción, asentamientos, infraestructura, alimentación, enfermedades, abasto de agua limpia y sus sistemas productivos.

Para conocer los escenarios de riesgo se debe contemplar la vulnerabilidad y la adaptación en relación del tipo de indicadores que resuelvan adecuadamente el modelo conceptualizado. Así, la adaptación en un conjunto de medidas asociadas o dirigidas a promover cambios, ajustes e innovación de nuevas metodologías y conocimientos que mantienen una relación con el individuo, sus formas de vida, sistemas de producción, modelos de organización social y configuración de sistemas. La vulnerabilidad estará definida por las variables que actúan sobre el mejoramiento de las condiciones desfavorables en individuos, contextos, sectores y sistemas de organización social, los cuales han de integrarse en un solo modelo de análisis que nos permitirá definir los diversos niveles de riesgo (Magaña, 2012, pp. 9-18).

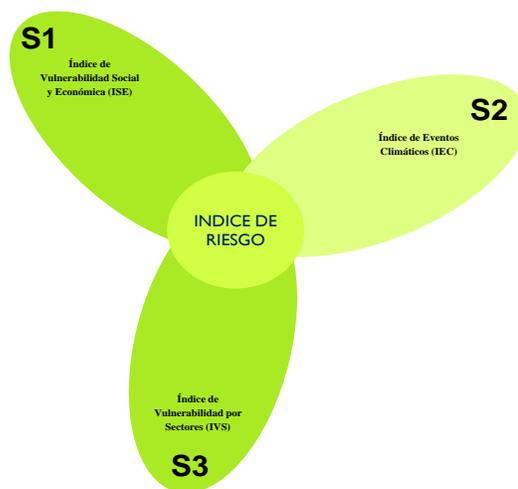
Esto nos debe de llevar a plantear el riesgo como el elemento principal de indicadores que den cuenta de los tres sistemas fundamentales de las comunidades humanas en el Estado de Hidalgo, así como conocer la relación entre estos tres sistemas y sus distancias o brechas de desventaja, o en su caso la condición de vulnerabilidad de cada uno de ellos. A su vez, se deben integrar las condiciones actuales e históricas de los diversos eventos climáticos que han estado incidiendo en la misma población, la cual debe ser definida con claridad en sus aspectos de vida económica y organización social.

Para lo anterior, se partió del enfoque del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) de que la adaptabilidad es el ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos actuales o esperados, o sus impactos, que reduce el daño causado y que potencia las oportunidades benéficas, pero que a su vez, debe estar en relación de la resiliencia de los sistemas, es decir; las acciones para desarrollar la adaptabilidad deben ser medidas que aseguren el fortalecimiento de los

diversos sistemas humanos, que se deriven en fortalecer la resiliencia de las personas y a no empeorar inadvertidamente su vulnerabilidad. (IPECC, 2007, pp. 1-22)

De esta forma hemos configurado la adaptabilidad a través de un indicador de riesgo, el cual a su vez nos ofrezca la composición de los sistemas S1, S2, S3 (ver figura 1) y en la cual cada sistema defina sus variables para tener claro los escenarios de Resiliencia, es decir; debemos integrar el Indicador de Riesgo para finalmente definir las acciones de intervención para fortalecer esas variables, territorios, municipios, regiones, sectores y población.

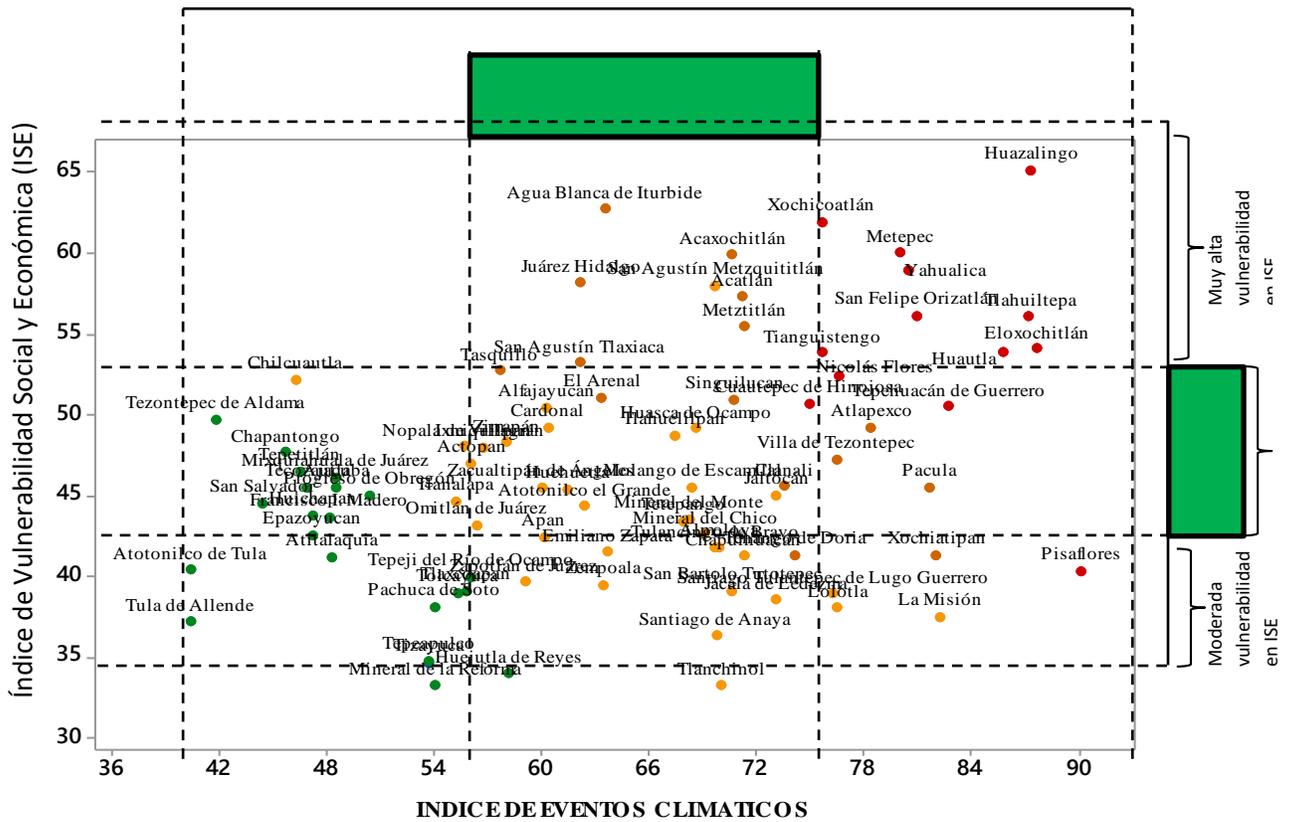
**Figura 1.** Sistemas S1, S2 y S3



Fuente: Elaboración de López, S. México 2018.

Ese fortalecimiento es la focalización de la Resiliencia, la cual a su vez definirá la estrategia de Adaptabilidad ante el Cambio Climático en el Estado de Hidalgo. La conformación de esos tres sistemas, dan la posibilidad de conformar un modelo de Riesgo, mismo que se puede apreciar en el Gráfico 1, donde se distribuye el grado de vulnerabilidad de cada uno de los 84 municipios en una clasificación de moderada, alta y muy alta.

Gráfico 1. Índice de Riesgo Ambiental



Fuente: Elaboración propia a partir de SEMARNAT,

Donde:

- ● Se integra por aquellos municipios que tiene muy alta vulnerabilidad en ambos índices (ISE y IEC).
- ● Se conforma por aquellos municipios que tienen muy alto vulnerabilidad en ISE y alto IEC, y viceversa.
- ● Se integra por aquellos municipios que tienen alta vulnerabilidad en ISE y IEC.
- ● Se conforma por aquellos municipios que tiene modera vulnerabilidad en ISE y IEC.

La configuración de los sistemas S1, S2 y S3, permite a su vez identificar las distancias entre los Sistemas, nos muestra las debilidades de cada uno de los municipios y su localización directa sobre cuál es la variable de mayor precariedad. Por lo cual, se puede saber en qué municipio, región o zona, existen una fuerte cantidad de eventos climáticos y cómo afecta a la infraestructura, la salud, educación, vivienda, comercio y medios de

comunicación. Así como los escenarios que se pueden enfrentar a través de sus propios medios, los cuales dependerán de los apoyos del gobierno o agentes externos, de esta forma se ubicará en dónde se debe intervenir para hacer resilientes esos sistemas. Índice de Riesgo nos señala a nivel municipal cuál es la composición de los tres sistemas analizados. Es decir, nos define los diversos escenarios en el Estado de Hidalgo y las brechas de los Sistemas. Por lo tanto, se sabe con exactitud los campos de la resiliencia, sectores y sistemas de priorización. A través de este modelo se puede localizar que regiones y zonas o municipios son las que requieren las primeras intervenciones de fortalecimiento.

## **ANTECEDENTES**

El cambio climático es uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo y supone una presión adicional para nuestras sociedades y el medio ambiente. Desde pautas meteorológicas cambiantes, que amenazan la producción de alimentos, hasta el aumento del nivel del mar, que incrementa el riesgo de inundaciones catastróficas, los efectos del cambio climático son de alcance mundial y de una escala sin precedentes. Si no se toman medidas drásticas desde hoy, será más difícil y costoso adaptarse a estos efectos en el futuro.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2018.

## MARCO JURÍDICO

Dentro de las principales medidas que el Gobierno de México ha diseñado y empleado para combatir los efectos adversos del Cambio Climático, encontramos que su principal instrumento es la Ley General de Cambio Climático (LGCC) ya que a través de la misma se establecieron las principales atribuciones y mandatos que la ley otorga a los diferentes niveles de gobierno, desde su edificación y aprobación en el 2012 se estableció la Política Nacional de Cambio Climático, la cual es sistematizada por el Sistema Nacional de Cambio Climático y operado por la Política Nacional de Mitigación y la Política Nacional de Adaptación en congruencia con el Programa Especial de Cambio Climático (PEEC)<sup>2</sup> y los Programas Estatales de Cambio Climático, a su vez las entidades federativas cuentan con sus propios subsistemas de cambio climático, para el caso hidalguense se cuenta con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACCH), la Estrategia Estatal de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático (EEMACCH) y para cerrar el sistema se deben diseñar los Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático (PMMACC).

Una parte esencial del análisis que llevaremos a cabo en este apartado es tomar en cuenta que cualquier política pública incluida la climática sólo va a encontrar su justificación en el impacto que produce en la población destinataria. Precisamente por esta razón, es

---

<sup>2</sup> En su primera edición del 2013 contando con algunas reestructuraciones al 2022.

necesario el análisis de la estructura de la Política Nacional y como ésta se baja a las entidades federativas, en el caso específico del Estado de Hidalgo, esto, como punto de partida para la valoración del impacto que ha tenido a nivel social.

## **El IPCC, la CMNUCC y la COP**

La Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente crearon de forma conjunta al Panel Intergubernamental de Expertos ante el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) en 1988, a fin de dar respuesta a las adversidades climatológicas a escala global a través de investigaciones y evaluaciones en torno a las acciones realizadas para combatir al Cambio Climático (IPCC, 1992, p.2). Hasta el momento se han realizado seis procesos de evaluación cada cinco a siete años desde 1990, siendo que el sexto informe culminará para el 2022.

De forma paralela se encuentra la Comisión Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cual es el organismo internacional encargado del análisis, promoción y evaluación de los acuerdos climáticos a nivel mundial el cual fue creado en 1992 y entró en vigor en 1994 siendo ratificado por 195 países que forman parte de la Convención, su objetivo es *“lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el fin de impedir interferencias antropogénicas (causadas por el ser humano) peligrosas en el sistema climático”*. A la par de establecer un plazo que permita que los ecosistemas se adapten al Cambio Climático y asegurar que la producción alimentaria y contribuir al desarrollo sostenible. Para que implementación de la CMNUCC sea efectiva es necesario que se promuevan las estrategias que son aprobadas por todas las Partes (países), dichas estrategias se discuten y aprueban en las Conferencias de las Partes (COP por sus siglas en inglés).

La estructura de la Convención se conforma por las Conferencia de las Partes la cual es el órgano supremo en el que se reúnen para adoptar las decisiones. La COP se reúne una vez al año desde 1995 donde se revisan los resultados de la Convención y se negocian nuevos compromisos. La Comisión Marco se apoya a su vez por los Órganos Subsidiarios Permanentes de la Convención y del Protocolo de Kioto:

- Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA, por sus siglas en inglés): Asesora a la COP y al Protocolo sobre las cuestiones científicas, tecnológicas, metodológicas relativas al clima y al medio ambiente.
- Órgano Subsidiario de Ejecución (SBI, por sus siglas en inglés): coadyuva en la supervisión de la implementación de la Convención y el Protocolo y otras obligaciones presentadas por las Partes.

El principal objetivo de la CMNUCC se sustenta en su artículo 2, el cual a la letra dice:

El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible (CMNUCC, 1992, p. 4).

Para dar cumplimiento a este objetivo se pide a las Partes que deben asumir sus compromisos, realizar investigación y observación sistémica y que estas sean la base para diseñar e implementar políticas, planes, programas, y estrategias que sean medibles, verificables y evaluables, esto sin dejar de lado el tema de la comunicación debido a que en su conjunto incrementan la probabilidad de éxito de cualquier política climática, por lo que la comunicación se debe enfocar en fortalecer la *educación, formación y sensibilización del público*, por lo que en el artículo 6 se pide las Parte lo siguiente (CMNUCC, 1992, p. 11):

a) *“Promover y facilitar en el plano nacional y regional en conformidad con sus leyes y reglamentos:*

- *La elaboración y aplicación de programas de educación y sensibilización del público sobre el cambio climático y sus efectos;*
- *El acceso del público a la información sobre el cambio climático y sus efectos;*
- *La participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos y en la elaboración de las respuestas adecuadas; y*

- *La formación de personal científico, técnico y directivo;*
- b) *Cooperación, en el plano internacional, y, según proceda, por intermedio de organismos existentes, en las actividades siguientes, y las promoverán:*
  - *La preparación y el intercambio de material educativo y material destinado a sensibilizar al público sobre el cambio climático y sus efectos; y*
  - *La elaboración y aplicación de programas de educación y formación, incluido el fortalecimiento de las instituciones nacionales y el intercambio o la adscripción de personal encargado de formar expertos en esta esfera, en particular para países en desarrollo”.*

## **El Sexto informe del IPCC**

En los avances del sexto y último informe se retomaron los Acuerdos de París del 2015, en donde las Partes propusieron un documento que sustituyera al Protocolo de Kioto el cual se empezaría a aplicar hasta el 2020 con la finalidad de que los países comenzaran a realizar de manera efectiva las acciones de adaptación y de reducción de emisiones que no se pudieron cumplir en el Protocolo. Además, este acuerdo fijó como objetivo limitar el calentamiento global a un nivel por debajo de 2°C, todo lo anterior con la ayuda del fondo verde.

Por su parte, en noviembre del 2017 en la Convención de Bonn, en Alemania se trataron temas que permitan impulsar las metas y acuerdos generados en París, por lo que se enfocaron en reestructuraciones en la lucha ante el cambio climático, dando especial importancia la multiculturalidad indígena ya que se estima que los pueblos indígenas cuidan alrededor del 80% de la biodiversidad que queda en el mundo.

En agosto de 2019 se publicó un informe especial del IPCC sobre el cambio climático, donde se dio especial atención a la desertificación, la degradación y la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de GEI en los ecosistemas terrestres. Así mismo se perfeccionaron las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de GEI, otorgando una actualización de la metodología utilizada por los gobiernos para estimar sus emisiones y reducciones de GEI.

En el informe presentado por el IPCC en agosto del 2021 se ofrecieron nuevas estimaciones sobre las probabilidades de sobrepasar el nivel de calentamiento global de 1.5°C y se concluyó que, a menos que las emisiones de GEI se reduzcan de manera inmediata, limitar el calentamiento global será un objetivo inalcanzable. Según sus resultados, las emisiones de GEI procedentes de las actividades antropogénicas son responsables de un calentamiento de aproximadamente 1.1 °C y se tiene previsto que la temperatura mundial durante los próximos 20 años aumentará alrededor de 1.5°C, por lo que tendremos escenarios más calurosos prácticamente asegurados.

## **La Política Nacional de Cambio Climático**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) pide a sus países miembros, incluido México que diseñen e implementen políticas, planes, programas y estrategias para hacer frente a los estragos del Cambio Climático, siendo la mitigación de los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI) y la adaptación de los sistemas sociales y naturales los elementos prioritarios. En respuesta el gobierno mexicano creó en el 2013 el Programa Especial de Cambio Climático en el cual se fincó el objetivo de reducir las emisiones para el 2020 en un 30% y para el 2050 en un 50% con respecto a las emisiones del año 2000, esto en conformidad con los estudios que el Instituto Nacional de Ecología realizó en el 2010, ya que se previó que México podría reducir entre un 10% y un 13% sus emisiones al 2020 y que si se establecían acciones transversales conjuntas las metas podrían ser logradas. Esta dinámica ha cambiado debido a que en la COP26 de Glasgow del 2021 se establecieron intensas negociaciones entre los 197 países participantes para reducir las emisiones de GyCEI, ya que siguen estando muy por debajo de los niveles necesarios para preservar un clima habitable y el apoyo de los países a escala mundial continúa siendo insuficiente (principalmente de los más industrializados como China y Estados Unidos), por lo que se establecieron nuevos cimientos que fortalezcan la implementación del Acuerdo de París del 2015 bajo una visión sostenible.

¿Qué se acordó? (COP26, 2021):

1. *Reconocimiento de la emergencia.* Se reafirmó el objetivo del Acuerdo de París de limitar el incremento de la temperatura mundial a 2°C con respecto a los niveles

preindustriales, manteniendo el compromiso de no superar los 1.5°C. Además de que se expresó la preocupación de que las actividades antropogénicas hasta la fecha han provocado el incremento de la temperatura del 1.1°C.

2. *Intensificación de la acción por el clima.* Se estableció la urgencia de que los países deben actuar en lo que denominaron como “en esta década crítica” la reducción de emisiones de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en un 45% con el fin de alcanzar la meta de carbono cero para el año 2050.
3. *Abandono de los combustibles fósiles.* Los países acordaron la reducción del carbón como fuente de energía y la eliminación gradual del subsidio de los combustibles fósiles, lo que convierte a este punto como el más controvertido al no haberse mencionado de forma explícita en las Convenciones anteriores, pese a que el carbón, el gas y los combustibles fósiles son los principales causantes del calentamiento global.
4. *Financiamiento para la acción climática.* Los países desarrollados previo a la COP26 habían prometido la incorporación de 100,000 millones de dólares al año a los países en vía de desarrollo, promesa que no cumplieron. Por lo que manifestaron su arrepentimiento y reafirmaron el compromiso de facilitar los 100,000 millones con carácter de urgente.
5. *Incremento de apoyo a la adaptación.* Se acordó que se duplique el financiamiento para apoyar a los países en desarrollo a fin de fortalecer la adaptación y resiliencia ante los efectos del Cambio Climático, ya que el financiamiento para proteger las vidas y medios de subsistencia representa el 25% de todos los fondos relacionados al clima, mientras que el 75% se destina para el desarrollo de tecnologías verdes para mitigar las emisiones de los GEI. De forma paralela se estableció un programa de trabajo para determinar el objetivo global sobre la adaptación.
6. *Compleción de las normas de aplicación del Acuerdo de París.* Los países llegaron a un acuerdo para cumplir los puntos pendientes del Acuerdo de París, entre los acuerdos se incluyen las normas relacionadas al mercado de carbono y al marco de

transparencia donde se establecen los plazos comunes y los formatos para que los países informen periódicamente sus avances.

7. *Atención a las pérdidas y daños.* Los países acordaron fortalecer la “Red de Santiago” a fin de conectar a los países más vulnerables con proveedores de asistencia técnica y recursos para hacer frente a los riesgos climáticos. De forma paralela se presentó el “Dialogo de Glasgow” donde se abordaron acuerdos para el financiamiento de actividades para reducir al mínimo las pérdidas y daños relacionados al Cambio Climático.
8. *Nuevos pactos y anuncios.* Se establecieron pactos y anuncios al margen del “Pacto Glasgow por el Clima”, donde se incluyen los siguientes temas:
  - a. *Bosques.* 137 países se comprometieron a revertir la pérdida de bosques y degradación de suelos al 2030. Esta promesa está sustentada con el financiamiento de 12, 000 millones de dólares de financiamiento público, 7, 200 millones de financiamiento privado y 8.7 billones de dólares por parte de más de 30 instituciones financieras en activos internacionales, al comprometerse a eliminar las inversiones relacionadas con la deforestación.
  - b. *Metano.* 103 países (15 de ellos grandes emisores), se añadieron al “Compromiso Global por el Metano” cuyo objetivo es reducir en un 30% de las emisiones de metano ( $CH_4$ ) para el 2030 con respecto al 2020, ya que este gas es el responsable de un tercio del calentamiento actual.
  - c. *Automóviles.* El transporte por carretera es responsable del 10% de las emisiones mundiales de GEI, por lo que más de 30 países dentro de los que destacan seis fabricantes importantes de vehículos, se comprometieron que para el 2040 la venta internacional de coches y furgonetas sean vehículos de emisores cero y para los países con mercados líderes será para el año 2035.
  - d. *Carbón.* Sudáfrica es el país productor de electricidad con mayor índice de emisiones de carbono en el mundo, por lo que Estados Unidos y la Unión Europea anunciaron una innovadora asociación para apoyar a Sudáfrica con 8, 500 millones de dólares dentro de los próximos 3 a 5 años para que puedan

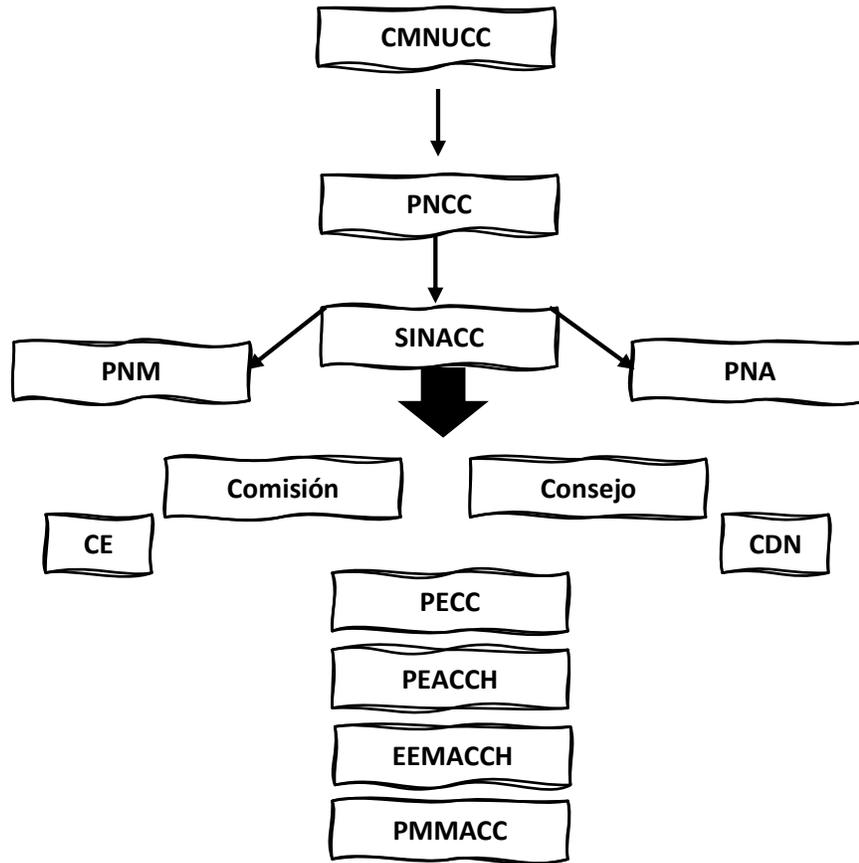
hacer una adecuada transición hacia una economía baja en emisiones de carbono.

- e. *Financiación privada*. Los bancos centrales y las instituciones financieras anunciaron la reconducción de miles de millones de dólares con el objetivo de lograr las emisiones cero de carbono a escala mundial.

A fin de que México se adapte y de respuesta a los procesos y dinámicas globales relacionados al Cambio Climático, el Gobierno de México ha establecido un nuevo enfoque en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2021-2024) dirigiendo sus esfuerzos a dos objetivos fundamentales: *el rescate de la pobreza de la mayoría de los mexicanos y la restauración ambiental de su territorio*, por lo que el gobierno federal suma al COVID-19 a estas crisis ya que dejó al descubierto que las situaciones de inequidad y falta de acceso a los recursos exacerban cualquier riesgo sobre la población más vulnerable (PECC, 2021, p. 9). Por lo que los compromisos adquiridos internacionalmente en torno al Cambio Climático se vislumbran como un gran campo de acción y reflexión como un contexto de emergencia climática que se enfrenta a escala global, en este sentido, el PECC 2021-2024 establece 4 objetivos prioritarios, 24 estrategias y 169 acciones puntuales bajo el compromiso de atender los problemas relacionados al Cambio Climático en el territorio nacional.

El PECC 2021-2024 contempla la participación de estados y municipios en la elaboración y actualización de instrumentos en materia de Cambio Climático, en especial en los municipios más vulnerables; abona al cumplimiento de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) teniendo como finalidad una economía menos intensiva en carbono con una visión al corto y mediano plazo acelerando la transición energética con inclusión social; incorpora la perspectiva de género considerando la inclusión de criterios de atención diferenciada e interseccional para que todas las personas sin importar su género, origen étnico, sexo, condición social, edad, discapacidad, salud, religión, preferencias sexuales o estados civil participen y contribuyan a los procesos de mitigación y adaptación al Cambio Climático en igualdad de condiciones y derechos; busca la implementación integral de las acciones de adaptación en el marco del SINACC como ente máximo de gobernanza donde su busca la transición y arreglos institucionales a la generación de resultados a diferentes escalas del territorio (PECC, 2021, pp. 9-10).

**Figura 2.** Instrumentos de la Política Nacional de Cambio Climático



- PNCC**-Política Nacional de Cambio Climático
- SINACC**-Sistema Nacional de Cambio Climático
- PNM**-Política Nacional de Mitigación
- PNA**-Política Nacional de Adaptación
- CDN**-Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
- CE**-Coordinación Evaluadora
- PECC**-Programa Especial de Cambio Climático
- PEACCH**-Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo
- EEMACCH**-Estrategia Estatal de Mitigación y Adaptación de Cambio Climático de Hidalgo
- PMMACC**-Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático

Fuente: Elaboración de Oliver, L. a partir de la Ley General de Cambio Climático, México, 2022.

Por este motivo la Política Nacional de Cambio Climático tuvo una serie de reestructuraciones a fin de estar en armonía con los Acuerdos de París y la Agenda 2030, pasando de tener tres pilares: los pilares de Política Nacional, adaptación a los efectos del Cambio Climático y el desarrollo bajo en emisiones lo que se denominó como el PAM a una reingeniería, estableciendo como sus ejes articuladores al Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC), la Política Nacional de Adaptación (PNA), la Política Nacional de

Mitigación (PNM), los cuales serán ejecutados por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) en cooperación con el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC), contando con las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional y una Coordinación Evaluadora. Las principales herramientas de la Política Nacional para su implementación son el Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2021-2024) y los programas estatales, que para el caso hidalguense es el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACCH), la Estrategia Estatal de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo (EEMACCH) y los Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático (PMMACC).

Los instrumentos que la LGCC prevé para la política climática se apoyan de otros de carácter sectorial y en su conjunto reúnen las características necesarias para la puesta en marcha y el óptimo desarrollo de la PNCC, ya que en su conjunto contribuyen al fortalecimiento institucional, a la información, implementación, evaluación y control del sistema. En sus artículos del 8 al 12 se establece el marco normativo que dan sustento al diseño, implementación y evaluación de la Política Nacional en estados, municipios y alcaldías de la CDMX. Con la finalidad de poder tener una evaluación adecuada de la PNCC el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) ha publicado a través de su portal electrónico de *Información sobre la Implementación de la Política Climática Subnacional* los avances sobre los instrumentos de la política climática nacional, siendo la CDMX la única entidad que cuenta con los 17 instrumentos, seguido de Chiapas con 16 y los estados de México, Coahuila y Jalisco con 15, por su parte los estados de Nayarit, Sinaloa, Nuevo León, Baja California Sur, Puebla y Guerrero los estados con mayor rezago en la estructuración e implementación de los instrumentos con 6, 7, 8 y 9 respectivamente. También se observa que 27 de las 32 entidades federativas no cuentan con el reglamento de su ley climática, lo cual infiere en un gran obstáculo para la exitosa implementación de sus políticas estatales.

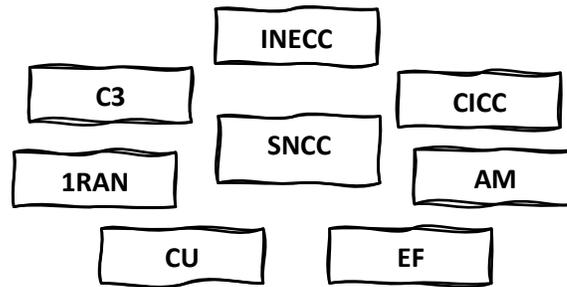
En cuanto al estado de Hidalgo, se observa que cuenta con 13 instrumentos faltando el Reglamento de su Ley Climática, la Evaluación de la Política Estatal, su Reglamento de la Ley Estatal de Manejo Integral de Residuos y su Plan de Desarrollo Urbano.

## **El Sistema Nacional de Cambio Climático**

La Ley General de Cambio Climático, establece las atribuciones y obligaciones para los tres niveles de gobierno, así como instrumentos financieros, regulatorios, técnicos, de planeación, evaluación y vigilancia, además de fincar las bases institucionales para hacer frente a los estragos del Cambio Climático, siendo el gobierno federal la instancia encargada de dirigir y coordinar la Política Nacional, tal y como lo establece su artículo 7. Para coordinar a los diferentes órdenes de gobierno la ley prevé en su artículo 38, la integración de un Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC) y dicho sistema debe procurar la cooperación intergubernamental e intersectorial bajo una lógica transversal a fin de establecer las acciones prioritarias tanto para la mitigación de los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI) como a la adaptación de los sistemas social y ambiental ante el Cambio Climático.

En la Ley General de Cambio Climático del 2012, en su artículo 40 establecía que el SINACC se conformaría por el Congreso de la Unión, el Consejo de Cambio Climático, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, el Instituto de Ecología y Cambio Climático, las entidades Federativas y las asociaciones de autoridades municipales. Sin embargo, en la última reforma del 2022, se estableció la incorporación de un nuevo actor para la consolidación del sistema, la nueva estructura se conforma por la Comisión Intersecretarial del Cambio Climático (CICC), el Consejo de Cambio Climático (C3), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), los gobiernos de las entidades federativas, un representante de cada una de las asociaciones nacionales, autoridades municipales legalmente constituidas y representantes del Congreso de la Unión.

**Figura 3.** Sistema Nacional de Cambio Climático

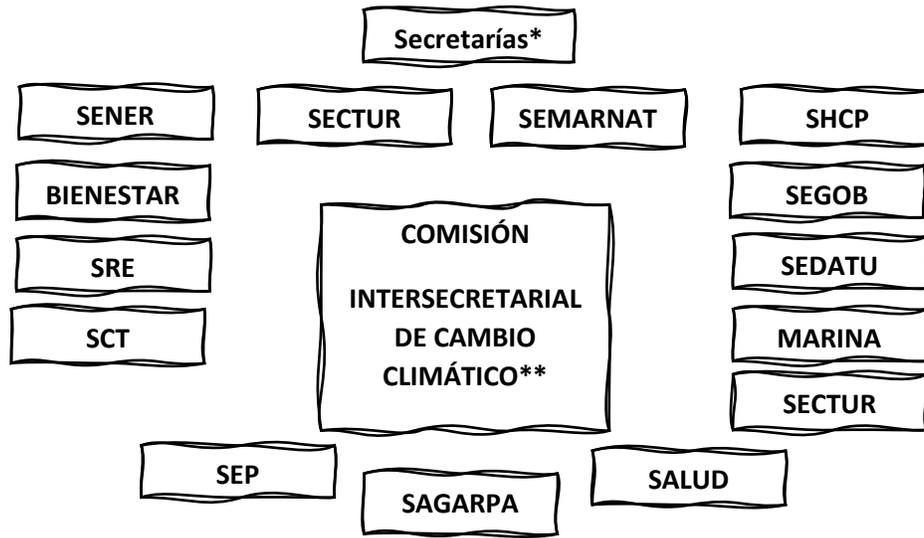


**SINACC**-Sistema Nacional de Cambio Climático  
**C3**-Consejo de Cambio Climático  
**CICC**-Comisión Intersecretarial del Cambio Climático  
**1RAN**-Un Representante de cada una de las Asociaciones Nacionales  
**CU**-Representantes del Congreso de la Unión  
**EF**-Entidades Federativas  
**AM**-Autoridades Municipales Legalmente Constituidas

Fuente: Elaboración de Oliver, L. a partir de la Ley General de Cambio Climático, México, 2022.

Por su parte la CICC tiene dentro de sus principales funciones la coordinación de las dependencias y entidades de la administración pública federal en los temas relacionados al cambio climático, formular las políticas nacionales de mitigación y adaptación y establecer los criterios de transversalidad e integridad de las políticas públicas sobre la materia. En cuanto al C3, el artículo 51 de la LGCC establece que *“El consejo, es el órgano permanente de consulta de la comisión, se integrará por mínimo quince personas provenientes de los sectores social, privado y académico, con reconocidos méritos y experiencia en cambio climático, que se designarán por la Presidencia de la comisión, a propuesta de las personas que la integren y conforme a lo que al efecto se establezca en su Reglamento Interno, debiendo garantizarse el equilibrio entre los sectores e intereses respectivos y el principio de paridad de género”*. Lo cual establece a estos dos actores como los principales engranes que le darán orden, coherencia y articulación a la Política Nacional.

**Figura 4.** Comisión Intersecretarial de Cambio Climático



- SEMARNAT-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- SENER-Secretaría de Energía
- SECTUR-Secretaría de Turismo
- SCHP- Secretaría de Hacienda y Crédito Público
- BIENESTAR-Secretaría de Desarrollo Social
- SRE-Secretaría de Relaciones Exteriores
- SCT-Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- SE-Secretaría de Economía
- SEP-Secretaría de Educación Pública
- SAGARPA-Secretaría de Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- SALUD-Secretaría de Salud
- SECTUR-Secretaría de Turismo
- MARINA-Secretaría de Marina
- SEDATU-Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.
- SEGOB-Secretaría de Gobernación

\*Cada Secretaría deberá designar a una de sus unidades administrativas, por lo menos a nivel de dirección general, como la encargada de coordinar y dar seguimiento permanente a los trabajos de la comisión.

\*\*La Comisión convocará a otras dependencias y entidades gubernamentales entre ellos al CONACyT, así como invitar a representantes del Consejo, de los Poderes Legislativo y Judicial, de órganos autónomos, de las Entidades Federativas y en su caso, los Municipios, así como a representantes de los sectores público, social y privado a participar en sus trabajos.

Fuente: Elaboración de Oliver, L. a partir de la Ley General de Cambio Climático. México, 2022.

## **La Política Estatal de Cambio Climático de Hidalgo**

De la misma forma que a nivel nacional, la Política Estatal de Cambio Climático encuentra su principal instrumento en su ley climática estatal, es decir, la Ley de Mitigación y Adaptación ante los efectos del Cambio Climático de Hidalgo, en la cual se establece que se debe generar el diagnóstico, planificación, medición, reporte y verificación, así como el

monitoreo y evaluación del Cambio Climático en el territorio hidalguense, siendo el Programa Estatal de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo (PEACCH), la Estrategia Estatal de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo (EEMACCH) y los Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático (PMMACC) los documentos rectores que le darán operatividad a la política estatal. En sus artículos 13Bis y 16 la ley sobre la materia establece que los gobiernos estatales y municipales deberán establecer mecanismos para la adaptación y mitigación de los GEI de la siguiente manera:

**Cuadro 1.** Mecanismos de adaptación y Mitigación en el estado de Hidalgo

| <i>Adaptación</i>   | <i>Mitigación</i>   |
|---|---|
| 1. Gestión integral del riesgo;   | 1. Energía;   |
| 2. Recursos hídricos;   | 2. Transporte;  |
| 3. Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura;   | 3. Agropecuario;  |
| 4. Ecosistemas y biodiversidad;   | 4. Preservación de los ecosistemas y de la biodiversidad;             |
| 5. Energía, industria y servicios;  | 5. Forestal;  |
| 6. Infraestructura de transportes y comunicaciones;   | 6. Residuos;  |
| 7. Ordenamiento ecológico del territorio, desplazamiento interno de personas provocado por fenómenos relacionados con el cambio climático, asentamientos humanos y desarrollo urbano; | 7. Procesos industriales;   |
| 8. Salubridad general e infraestructura de salud pública  | 8. Educación y cambios de patrones de conducta, consumo y producción; |

Fuente: Oliver, L. a partir de la Ley de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo, México, 2022.

Aunado a lo anterior, el Instituto Nacional de Ecología prevé que los estados y municipios deben tener los siguientes instrumentos normativos y de planeación para poder generar una estructura coherente y articulada de la Política Climática en las entidades federativas:

**Cuadro 2.** Instrumentos normativos y de planeación en materia climática

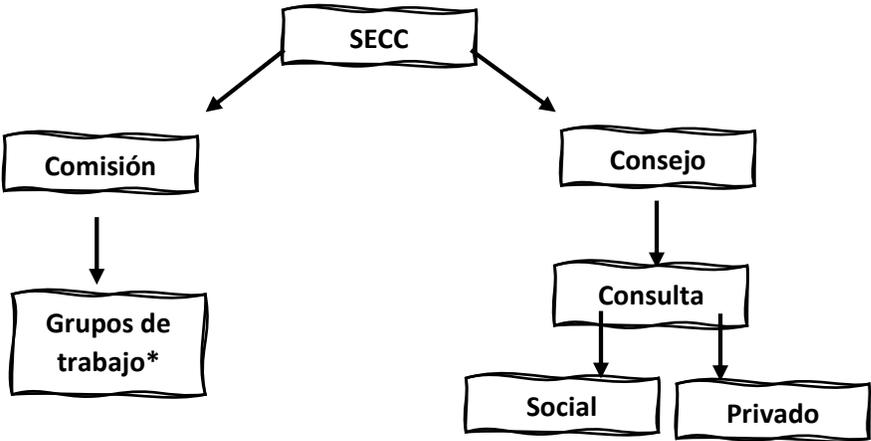
| <i>Entidades federativas</i>   | <i>Municipios</i>   |
|--|---|
| 1.- Ley de Cambio Climático (LCC)  | 1.- Programa de Desarrollo Municipal (PDM)  |
| 2.- Reglamento de Cambio Climático (RCC)   | 2.- Programa Municipal de Cambio Climático (PCC)  |
| 3.- Plan Estatal de Desarrollo (PED)   | 3.- Procedimientos de Evaluación de Programas Municipales (EMCC)  |
| 4.- Programa Estatal en materia de Cambio Climático (PCC)                                  | 4.- Fondo de Cambio Climático y gestión de otros recursos (FCC)   |
| 5.- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC)                                   | 5.- Formatos o instrumentos utilizados para elaborar e integrar la información proveniente de categorías de fuentes emisoras que se originan en el municipio (IGEI) |
| 6.- Fondo Estatal de Cambio Climático (FCC)  | 6.- Programa o Plan de Desarrollo Urbano Municipal (PDU)  |
| 7.- Evaluación de la Política Estatal de Cambio Climático (EPCC)                           | 7.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local y Desarrollo Urbano (POEL)   |
| 8.- Programa de Gestión Integral de la Calidad del Aire (PGICC)                            | 8.- Políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en materia manejo de residuos sólidos (RS)  |
| 9.- Inventario Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (IGEI)     | 9.- Programa de Protección Civil (PPC)  |
| 10.- Ley Estatal de Manejo Integral de Residuos (LMIR)                                     | 10.- Atlas Local de Riesgo (AR)   |
| 11.- Reglamento de la Ley Estatal de Manejo de Residuos (RLMIR)                            | 11.- Reglamento de Construcción (RC)  |
| 12.- Programa Estatal para la Gestión, Manejo y/o Disposición Final de los Residuos (PMIR) | 12.- Programa o Plan Municipal de Movilidad (transporte eficiente y sustentable, público y privado) (PMM)   |
| 13.- Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET)                         |   |
| 14.- Atlas Estatal de Riesgo (AR)  |   |
| 15.- Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)   |   |
| 16.- Reglamento de Construcción (RC)   |   |
| 17.- Plan o Programa Estatal de Movilidad (PM)   |   |

Fuente: Sistema de Información Climática Subnacional. INECC, México, 2021.

Dentro de su fase de planeación, se pide que las Políticas Estatales sean subsistemas de la Política Nacional, lo que a su vez implica que deben tener asesoría directa por parte del INECC para la armonización de sus políticas, objetivos, metas y estrategias, por lo que los Programas de las entidades federativas deben ser subsistemas coherentes y coordinados al PECC a fin de dar una correcta articulación y operatividad al SINACC en el territorio de las entidades federativas. Siguiendo esta lógica, el Sistema Estatal de Cambio Climático de Hidalgo (SECC), se encuentra formado, coordinado y articulado por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático y el Consejo Estatal de Cambio Climático; por su parte la Comisión contará con el apoyo de grupos de trabajo: de adaptación, de financiamiento, para la coordinación, seguimiento y evaluación; para el caso del Consejo, se pide que se apoye por expertos de los sectores social y privado como se puede apreciar en la siguiente figura.

La Ley de Mitigación y Adaptación ante los efectos del Cambio Climático de Hidalgo establece que la Comisión estará a cargo del Ejecutivo Estatal, siendo el gobernador el presidente honorario, el titular de la SEMARNATH como el presidente ejecutivo, la Subsecretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales el secretario técnico, con la cooperación transversal de todas las dependencias de la administración pública estatal y, por las Comisiones de: agua y alcantarillado, de fomento de ahorro de energía, de vivienda, de agua y alcantarillado de sistemas intermunicipales y el Consejo de Ciencia y Tecnología. Por su parte el Consejo será el órgano permanente de consulta de la Comisión y se integrará por miembros de los sectores social, privado y académico los cuales serán designados por el presidente de la Comisión.

**Figura 5.** Sistema Estatal de Cambio Climático de Hidalgo



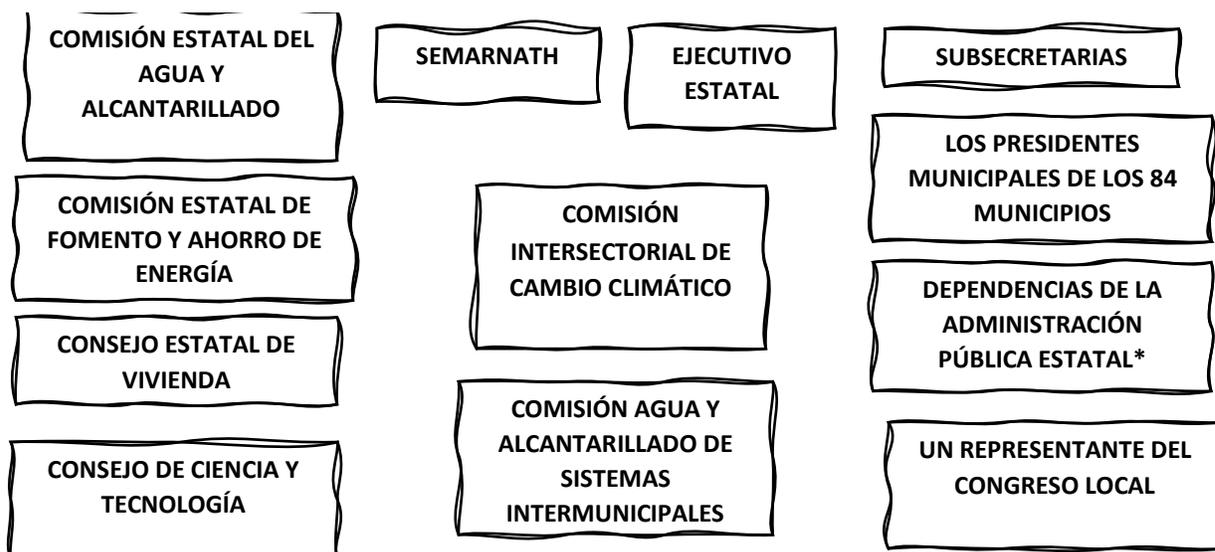
SEC-Sistema Estatal de Cambio Climático  
 Comisión-Comisión Intersectorial de Cambio Climático de Hidalgo  
 Consejo-Consejo Estatal de Cambio Climático  
 Consulta a los sectores social y privado  
 \*Un presidente honorífico (titula del poder ejecutivo estatal)  
 Un presidente ejecutivo (SEMARNATH)  
 Un secretario técnico (Subsecretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales)  
 Grupo de trabajo de adaptación  
 Grupo de trabajo de financiamiento  
 Grupo de trabajo para la coordinación, seguimiento y evaluación del programa y la estrategia estatal.

Fuente: Elaboración de Oliver, L. a partir de la Ley de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo. México, 2022.

A su vez, los 84 municipios de la entidad deberán contar con sus Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático en concordancia a sus

respectivas realidades, espacios geográficos y necesidades ambientales, siguiendo la línea del PECC, el Programa y la Estrategia Estatal y no solo eso, sino que se debe establecer una armonización de los Programas de Ordenamiento Ecológico, Ordenamiento Territorial, los Planes de Desarrollo Urbano y Protección Civil con los Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático. Lo anterior implica que su gestión y coordinación requiere de múltiples actores, acciones y decisiones que pueden ser potencializadas mediante el aporte de una buena comunicación y gestión entre la Comisión Intersectorial del Cambio Climático del Estado de Hidalgo con las diferentes instituciones estatales y municipales encargadas de diseñar e implementar los programas municipales.

**Figura 6.** Comisión Estatal Intersectorial de Cambio Climático



\*La Secretaría del Trabajo y Previsión Social; Secretaría de Turismo y Cultura; Secretaría de Seguridad Pública; Secretaría de Salud; Secretaría de Planeación, Desarrollo Regional y Metropolitano; Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial; Secretaría de Gobierno; Secretaría de Finanzas y Administración; Secretaría de Educación Pública; Secretaría de Desarrollo Social; Secretaría de Desarrollo Económico y; la Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

Fuente: Elaboración de Oliver, L. a partir de la Ley de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo. México, 2022.

**Cuadro 3.** Funciones de la Comisión y del Consejo

| Comisión   | Consejo   |
|--|---|
| I. Impulsar en coordinación con la SEMARNATH la elaboración, seguimiento y evaluación del Programa y la Estrategia Estatal.  | I. Asesorar a la Comisión.  |
| II. Formular, impulsar y coordinar políticas, estrategias para hacer frente a los efectos del cambio climático.  | II. Recomendar a la Comisión realizar estudios y adoptar políticas tendientes a enfrentar los efectos del Cambio Climático. |
| III. Coordinar acciones de las dependencias y entidades del gobierno del estado enfocadas a la mitigación y adaptación.  | III. Promover la participación social a través de consultas públicas en coordinación con la comisión.                       |
| IV. Garantizar la coordinación entre leyes, programas y acciones de mitigación y adaptación.   | IV. Dar seguimiento al Programa Estatal, la Estrategia y los Programas Municipales.   |
| V. Formular recomendaciones para el fortalecimiento de políticas y acciones de mitigación y adaptación.  | V. Integrar grupos de trabajo especializados que coadyuven a las atribuciones de la Comisión.                               |
| VI. Definir, coordinar e impulsar las acciones necesarias para cumplir con los objetivos y compromisos contenidos en el Programa y Estrategia Estatal.   | VI. Integrar, publicar y presentar a la Comisión a través de su presidente un informe anual de actividades.                 |
| VII. Regular y determinar la temporalidad del Programa y la Estrategia estatal, de las evaluaciones de impacto económico del cambio climático y de los atlas de riesgo.  |   |
| VIII. Fortalecer los programas de educación y comunicación a nivel estatal y municipal.  |   |
| IX. Fomentar la participación social y privada en la instrumentación del Programa y la Estrategia en coordinación transversal con las políticas de la administración pública estatal.  |   |
| X. Diseñar y coordinar estrategias de difusión en los sectores privado y social en materia de cambio climático.  |   |
| XI. Promover estudios y proyectos de investigación sobre cambio climático.   |   |
| XII. Promover en los sectores privado y social el desarrollo de proyectos para la reducción de emisiones de GEI.   |   |
| XIII. Coadyuvar con la Secretaría en la integración, elaboración y actualización del Inventario.   |   |
| XIV. Promover el fortalecimiento de las capacidades administrativas, humanas y de equipamiento; en los órdenes estatal y municipal, para implementar mecanismos de medición, reporte y verificación, monitoreo y evaluación en las políticas públicas de mitigación y adaptación ante el cambio climático. |   |
| XV. En coordinación con la SEMARNATH, elaborar el presupuesto para realizar acciones de mitigación de emisiones de gases efecto invernadero, y el correspondiente a la adaptación para reducir la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.  |   |
| XVI. Emitir su Reglamento Interno.   |   |

Fuente: Elaboración Oliver, L. a partir de la Ley de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo. México, 2022.

Cabe hacer mención que a la fecha no se ha podido articular por completo al Sistema Estatal ya que no se cuenta con los Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático por lo que no se ha podido dar operatividad a la Política Estatal de forma óptima. Esto explica en gran medida del porque los resultados de la política climática dentro del territorio hidalguense no han arrojado los resultados esperados, esto aunado de que aún le faltan algunos instrumentos que la Política Nacional pide que tengan las entidades federativas y sus municipios, lo que nos orientó a deducir que su ineficacia es producto de una deficiente implementación al no tomar en cuenta la diversidad de actores, sus intereses y prioridades, pues se asumió que, con el simple hecho de contar con el Programa y la Estrategia estatal, arrojarían resultados por sí mismos. Por lo tanto, con la articulación de los programas municipales se podrá contar con objetivos, estrategias y metas claras que sean completamente medibles, verificables y evaluables, ya que el diseño de los mismos establece mecanismos de comunicación y vinculación para la sensibilización, concientización y motivación social para hacer frente a las causas del problema, lo cual, sin duda alguna incrementará la probabilidad de mitigación y adaptación, otorgando con ello mayores oportunidades a los hidalguenses de prevenir éste fenómeno, adaptarse a él y, controlar sus impactos.

### **Formulación del problema**

El Cambio Climático (CC) es uno de los problemas de mayor complejidad a escala mundial ya que se refiere a una serie de alteraciones climatológicas que se relacionan con el aumento de temperaturas y de lluvias, dichas alteraciones se deben a variaciones en el clima que se han acelerado por lo que se conoce como Efecto Invernadero, el cual, se refiere a un proceso natural de calentamiento de la tierra donde los Gases de Efecto Invernadero (GEI) retienen parte del calor del sol en la atmósfera y mantienen una temperatura estable que propicia la vida. Dichas variaciones climatológicas forman parte de un ciclo natural que siempre ha existido en nuestro planeta, pero por lo regular permitía a especies tanto animales como vegetales adaptarse a estas condiciones climatológicas.

Al respecto el Panel Intergubernamental de Expertos ante el Cambio Climático (IPCC, 1992), nos explica que la energía solar atraviesa la atmósfera y una parte de esa

radiación es absorbida por la superficie mientras que otra es reflejada, lo cual mantiene una temperatura apta para la vida, pero con la incorporación de las actividades antropogénicas que trajo consigo la revolución industrial se ha dado un incremento sin precedentes en la generación de los GEI lo cual ha acelerado el efecto invernadero del planeta (IPCC, 2021). Las actividades humanas que mayor producción de GEI generan son la industria, el transporte, el comercio, la ganadería y la agricultura, siendo estos los principales responsables del incremento de las temperaturas y del aceleramiento del Cambio Climático, lo cual afecta de manera directa e indirecta a los sistemas naturales, económicos y sociales. Por ejemplo, las sequías y olas de calor al ser más duraderas e intensas tienden a disminuir la capacidad de producción natural lo que ocasiona que las actividades económicas se vean mermadas al disminuir sus ingresos; otro ejemplo lo encontramos con las inundaciones que produce el aumento de las lluvias lo cual puede traer focos de infección, rapiña y enfermedades a los sectores sociales más vulnerables.

Diversos estudios a nivel mundial han comprobado que el incremento de los GEI, está modificando la composición natural de la atmósfera y esto se expresa en los seis informes que ha presentado el IPCC hasta el momento. Es importante comprender que la mayor parte de los gases eran procesados de forma natural por océanos, plantas, árboles y plancton, pero debido al incremento de emisiones de GEI auspiciadas por las actividades humanas ya no lo están absorbiendo de forma eficiente por lo que se acumulan y esto atrapa más calor elevando con ello la temperatura de la atmósfera. A este fenómeno se le denomina Calentamiento Global y, de acuerdo con el último informe del IPCC el aumento de la temperatura dentro de los próximos 10 a 20 años oscilará entre 1.5 y 2°C.

Es decir, si se mantiene la temperatura a 1.5°C habrá aumentos de olas de calor y se alargarán las estaciones cálidas y se acortarán las estaciones frías y, si llegamos a los 2°C los episodios de calor extremo alcanzarán con mayor frecuencia umbrales de tolerancia críticos para la agricultura y la salud. Precisamente por esta razón desde que se creó la Comisión Marco de las Naciones Unidas ante el Cambio Climático (CMNUCC) se han generado diversas conferencias climáticas anuales e informes sexenales a través del IPCC, los cuales han logrado determinar que el Cambio Climático está afectando a todas las regiones del mundo y si no emprendemos acciones inmediatas habrá:

- Incremento en las olas de calor
- Incremento en las precipitaciones
- Aumento de las sequías
- Que se pierda más hielo marino

Y esto se convierte en una cuestión muy preocupante ya que los sumideros de carbono como los océanos y bosques están siendo cada vez menos eficaces para frenar el incremento de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en la atmósfera, lo que se reflejará a su vez en un calentamiento global.

Es irrefutable que el Cambio Climático está afectando a todos los países del mundo, lo cual se refleja en la alteración de sus respectivas economías y no solo eso, sino que está afectando a los diferentes ecosistemas lo que a su vez modifica a los sistemas meteorológicos al ser estos cada vez más frecuentes y extremos. Aunque se estimó un decremento alrededor del 6% en el 2020 a consecuencia de las restricciones de movilidad que produjo la pandemia del COVID-19, esta mejora solo fue temporal ya que la recuperación económica los niveles de producción de GEI siguen con su normalidad.

Dentro de los acuerdos más importantes que se han tomado en torno a la emergencia climatológica se encuentra el *Acuerdo de París* aprobado en el 2015, en el cual se estableció como prioridad reforzar la respuesta mundial ante la emergencia climática, manteniendo el aumento de temperatura por debajo de los  $2^\circ C$  con respecto a los niveles preindustriales, por lo cual se ha pedido a los países que firmaron el acuerdo que destinen el financiamiento adecuado para mejorar sus marcos tecnológico y de capacidad de acción a fin de poder dar respuesta a los efectos del cambio climático.

## **DIAGNÓSTICO SOCIODEMOGRÁFICO DEL MUNICIPIO**

### **ANTECEDENTES HISTORIOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO**

La acepción toponímica más comúnmente aceptada sobre el origen del nombre del municipio es el derivado de *Cempoala*, derivado de las raíces nahuas *Compehualli*, que significa “Veinte” y *lan* o *tlan* que significa “Lugar de”, por lo que se conforma el nombre de *Lugar de veintes*, *Lugar donde se venera el veinte* o *Lugar donde se realiza el mercado cada veinte días* (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2011), lo cual da idea de su vocación comercial regional.

La historia de la zona central del estado de Hidalgo en donde se asientan actualmente los municipios correspondientes a la Cuenca del Valle de México comienza su historia en la etapa prehispánica alrededor de los años 100 al 300 d. C., periodo en el cual se establecen en esta demarcación grupos humanos procedentes de la cuenca de México y también de la zona del centro del actual estado de Veracruz, los cuales pertenecían a la cultura Teotihuacana (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2011).

Algunos de los principales acontecimientos en esta etapa fueron: alrededor del año 1120 d.C. arriban al territorio grupos de Chichimecas encabezados por el Rey Xolotl; unos 50 años después el actual territorio municipal se distingue como cabecera de provincia y alrededor de 1416 esta cabecera se decanta por defender al Rey chichimeca Ixtlixochitl en contra del caudillo Tezozomoc, señor de Azcapozalco; en el año de 1540 se presentó el primero contacto de los españoles con esta región, a cargo del primer encomendero Juan Pérez de Gama (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2011).

En cuanto a su historia político-gubernamental se pueden citar los siguientes acontecimientos: el 6 de agosto de 1824 fue elevada al grado de partida, perteneciendo al Distrito de Tulancingo; el 8 de abril de 1825 se suprime como partida independiente y se asigna a la partida de Pachuca, perteneciente al mismo Distrito de Tulancingo; el 15 de octubre de 1826 se consigna como Ayuntamiento perteneciente a la partida de Pachuca, Prefectura de Tulancingo; ya en 1862 fue elevado a categoría municipal y en 1865 se reafirma como municipio perteneciente al Distrito de Pachuca, siendo reafirmado el 21 de septiembre

de 1920 como municipio libre y el 6 de septiembre de 1920 de 1993 es consignado en la Constitución estatal como un municipio parte del estado.

Entre los actuales destinos turísticos más conocidos del municipio se encuentran: alrededor de 13 haciendas que en la etapa revolucionaria fueron fuertes productoras de pulque y que actualmente se utilizan como atractivos turísticos o para la realización de telenovelas, películas y series de televisión; el acueducto de Fray Francisco de Tembleque, declarado patrimonio cultural por la UNESCO y ejemplares del arte y la arquitectura sacra, entre los que destacan más de diez ex conventos como los de Todos los Santos, el de San Pedro y el de San Francisco de Asís.

Actualmente el municipio se ubica en una de las zonas de mayor movimiento de la Megalópolis, en el corredor que conecta los estados de Hidalgo, México y Ciudad de México, zona de alta movilidad factorial y de intenso intercambio comercial entre las entidades, además de importantes asentamientos industriales y con acceso al principal mercado económico del país, pero esta situación de conglomeración poblacional también conlleva situaciones de riesgo, en especial aquellos relativos al medio ambiente y la contaminación del aire, el suelo y las aguas.

De entre los más recientes nombramientos que ha logrado el municipio se encuentran: el ya citado nombramiento de patrimonio cultural de algunos monumentos históricos de la demarcación, el nombramiento por la Secretaría de Turismo como pueblo mágico por su historia, creencias y tradiciones; así como la distinción del gobierno del estado como Pueblo con Sabor, otorgado para resaltar la gastronomía del municipio.

## Información básica, territorial y poblacional contextual del municipio de: Zempoala.

**Tabla 1.** Información territorial copoblacional contextual del municipio de Zempoala, Hidalgo

| Elemento                | Contexto Municipal   |
|-------------------------|--|
| Entidad Administrativa: | Hidalgo  |
| Ubicación:              | Paralelos: 19°48´ y 20°03´ de latitud norte; los meridianos 98°31´ y 98°50´ de longitud oeste<br>Altitud: entre 2,400 y los 2,900 metros sobre el nivel del mar.   |
| Colindancias:           | Al Norte con los municipios de Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma y Epazoyucan, al Este con Singuilucan y Tlanalapa, al Sur con Tlanalapa y el Estado de México y al Oeste con el Estado de México, Villa de Tezontepec, Zapotlán de Juárez y Pachuca de Soto. |
| Superficie Municipal:   | 319.9 km <sup>2</sup> (1.5% de la superficie estatal)  |
| Población (al 2020):    | 57,906 habitantes (51.8% mujeres y 48.2% hombres)  |
| Vivienda:               | 17,477 Viviendas (3.3 ocupantes promedio por vivienda)   |
| Densidad de población:  | 181.0 habitantes por kilómetro cuadrado.   |
| Cabecera municipal:     | Zempoala   |
| Localidades             | 79 localidades   |
| Cambio Climático        | Gases de Efecto Invernadero y fuentes emisoras:<br>CH4: Cabezas de ganado mayor, menor e industria avícola<br>CO2: Vehículos automotores   |
| Índice de Marginación   | 58.47 Muy Bajo   |
| Índice de Rezago Social | -1.179373 Muy Bajo   |

Fuente: Elaboración propia.

## **ASPECTOS GEOGRÁFICOS**

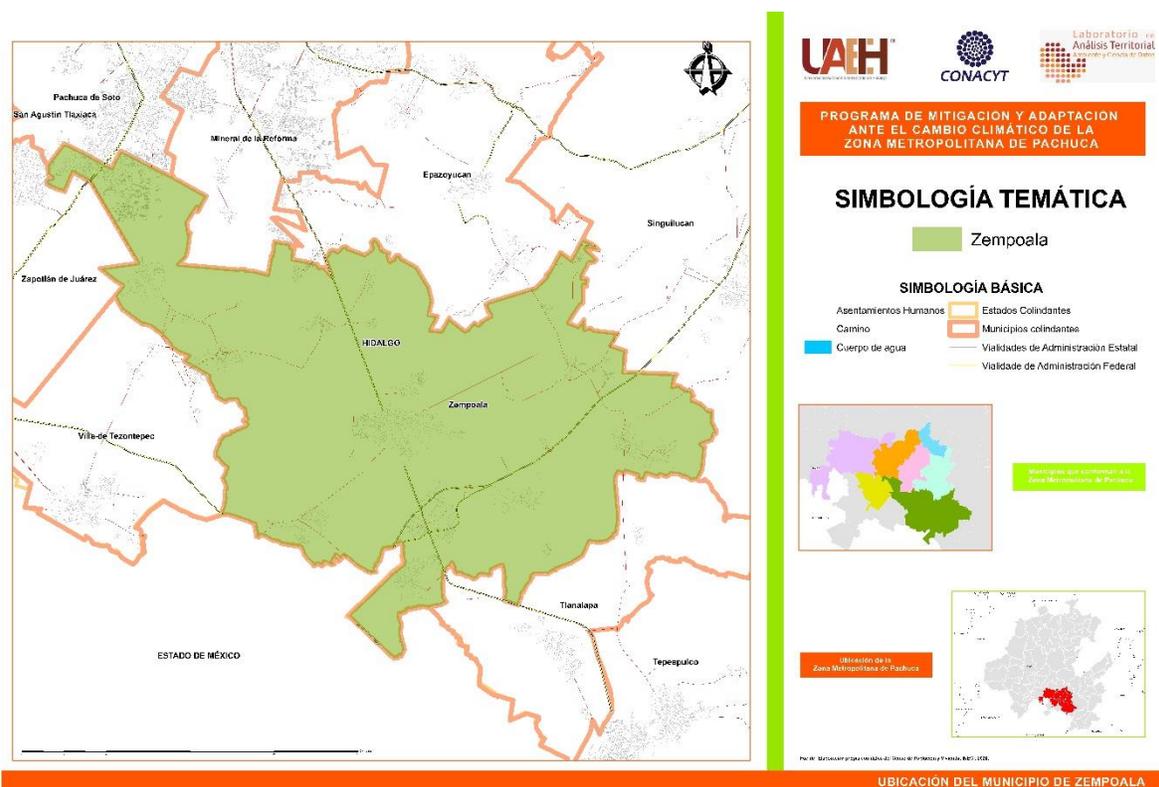
### **Ubicación**

Zempoala es uno de los 84 municipios que conforman al estado de Hidalgo y se integra en la Zona Metropolitana de Pachuca, una de las tres Zonas reconocidas en la entidad; se encuentra ubicado en la zona centro-sur de la entidad, en la zona de influencia del Valle de México y, aproximadamente, abarca el 1.5% de la superficie estatal, colindando al Norte con los municipios de Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma y Epazoyucan, al Este con Singuilucan y Tlanalapa, al Sur con Tlanalapa y el Estado de México y al Oeste con el Estado de México, Villa de Tezontepec, Zapotlán de Juárez y Pachuca de Soto (INEGI, 2010).

Geográficamente se encuentra ubicado en los paralelos 19°48' y 20°03' de latitud norte y entre los meridianos 99°31' y 98°50' de longitud oeste; su altitud sobre el nivel del mar se sitúa entre los 2,400 y los 2,900 metros (INEGI, 2010), a 25 kilómetros aproximadamente de la ciudad de Pachuca de Soto, capital del estado y aproximadamente a 85 kilómetros de la capital del país, la Ciudad de México.

Dentro de la regionalización estatal Zempoala se encuentra en la demarcación geocultural conocida como la Cuenca del Valle de México y en cuanto a la División Política Electoral el municipio se ubica en el Distrito Electoral Local 18 Tepeapulco mientras que en el ámbito federal se ubica en el Distrito Electoral Federal 7 Tepeapulco; por su parte, la Administración Estatal del periodo 2016-2022 estableció tres categorías para el desarrollo de la entidad, en la cual categorizó al municipio de la siguiente forma: Macroregión I, Región Operativa I Pachuca y en la Microregión XV. (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2017); asimismo, pertenece al Distrito Judicial XI y al Distrito de Desarrollo Rural número 64..

**Mapa 1.** Ubicación geográfica de Zempoala, Hidalgo 2020



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Marco Geoestadístico (INEGI,2021A)

El municipio ocupa una superficie de 319.9 km<sup>2</sup>, los cuales (como ya se citó anteriormente) representan el 1.5% del territorio hidalguense; la densidad de población es de 181.0 habitantes por kilómetro cuadrado, teniendo la demarcación 79 localidades en total de las cuales las principales por cantidad de habitantes son: Privadas de Santa Matilde con 17,589 habitantes, la cabecera municipal Zempoala con 7,205 y Lindavista con 4,157 habitantes; asimismo, la demarcación cuenta 17,477 viviendas particulares habitadas, el 2.0% del total de hogares del estado (INEGI, 2021).

### Superficie municipal por tipo de fisiografía

La Cuenca del Valle de México, ubicada en la zona centro-sur del estado de Hidalgo, en el corredor que conecta a la capital de la entidad, Pachuca de Soto con la Ciudad de México pertenece a las provincia fisiográficas Eje Neovolcánico, caracterizada por un gran número de estratovolcanes y conos entre los cuales se han formado valles, la sub-provincia: Lagos y

volcanes de Anáhuac, además del sistema de topoformas que conforman al municipio: Lomerío (53.75%), Llanura (25.69%), y Sierra (20.56%).

### **Superficie municipal por tipo de geología**

Los principales materiales que componen la estructura terrestre corresponden al periodo Neógeno (65.57%) y Cuaternario (31.1%); la composición y naturaleza del suelo están determinadas en un 59.87% de suelo Phaeozem, 29.46% del tipo Leptosol, 4.63% del tipo Regosol, 2.44% del tipo Cambisol y el 0.27% del tipo Vertisol, considerando además que el porcentaje faltante corresponde a la Zona Urbana con 3.29% y cuerpos de agua con 0.04%.

El territorio municipal cuenta con presencia de roca ígnea extrusiva: Volcanoclástico (34.33%), basalto (11.48%), andesita (9.13%), brecha volcánica básica (3.43%) y toba ácida (0.64%); Sedimentaria: Conglomerado (9.9%) y brecha sedimentaria (0.55%) así como Suelo aluvial (27.2%), cabe destacar que el porcentaje faltante es el que corresponde a la Zona Urbana con 3.29% y cuerpos de agua con (0.04%).

### **Superficie estatal por tipo de clima**

La temperatura promedio anual del municipio se ubica entre los 10 y los 16 grados centígrados con un clima predominantemente Semiseco templado en un 96.6% del territorio; Templado Subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad en un 2.92% del territorio y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad en 0.48% del territorio; asimismo, el promedio de precipitación pluvial anual entre los 400 y 700 milímetros (INEGI, 2010).

### **Principales corrientes y cuerpos de agua**

Los cuerpos hídricos que predominan en el municipio pertenecen a la Región Hidrológica Pánuco al 100%; se enmarcan en la Cuenca del Río Moctezuma al 100% y en la Subcuenca del Río Tezontepec en un 100%, contando solamente con cuerpos de agua intermitentes, dentro de las cuales se destaca la Presa Arcos con el 0.04% del total de agua disponible en el municipio. (INEGI, 2010).

### **Superficie estatal por tipo de suelo dominante**

El municipio de Zempoala cuenta con una superficie de 319.9 km<sup>2</sup>, de los cuales el dominante en la región es el tipo Phaeozem, con el 59.87% del total municipal, siendo este es un suelo muy rico en materia orgánica con una apariencia oscura y textura fina el cual tiene un grado de fertilidad de media a alta y es aprovechada mayormente para actividades agropecuarias

El suelo Leptosol representa el 29.46%. de la superficie total municipal, el cual también es rico en materia orgánica y, gracias a sus condiciones fisicoquímicas, tiene un grado de fertilidad de medio a moderado, con apariencia oscura y textura fina ocupando mayormente para actividades agropecuarias.

El suelo Regosol está compuesto principalmente de arcilla y está presente en zonas llanas con suaves pendientes su grado de fertilidad es de medio ya que se da en lugares con estaciones climáticas específicas de temporada seca y húmeda y este representa el 4.63% de la superficie municipal.

El suelo Cambisol cuenta con una amplia acumulación de arcillas y óxidos, principalmente de hierro, con una alta concentración de humedad y materia orgánica, de abundante fertilidad, se encuentran mayormente en terrenos forestales pero que sin embargo cuenta con un muy alto nivel de degradación, y se encuentra presente en un 2.44% del territorio municipal.

Por último, el suelo Vertisol representa el 0.27% de la superficie total municipal el cual también es rico en materia orgánica y gracias a sus condiciones fisicoquímicas tiene un grado de fertilidad de medio a moderado, con apariencia oscura y textura fina ocupando mayormente para actividades agropecuarias.



**Tabla 3.** Superficie municipal por tipo de vegetación, Tula de Allende 2009.

| <i>Tipo De Vegetación</i>     | <i>Superficie Municipal (Km<sup>2</sup>)</i> | <i>Porcentaje Total</i> |
|-------------------------------|--|-------------------------|
| Matorral                      | 7.97   | 25.49                   |
| Bosque                        | 5.87   | 18.78                   |
| Pastizal                      | 4.34   | 13.88                   |
| Zona Urbana y Cuerpos de agua | N/A  | N/A                     |

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Zempoala, 2010.

### **Superficie municipal de uso potencial agrícola y pecuario**

Como se definió en el apartado anterior, el 18.18% del territorio municipal está conformado por distintas variedades de vegetación (tales como pastizal, matorral y bosque), el 0.04% corresponde a cuerpos de agua, mientras que 78.49% se destina para la Agricultura en sus distintos cultivos mientras el restante 3.29% está ocupado con asentamientos urbanos; los porcentajes de territorio dedicado tanto a la Agricultura como a actividades pecuarias se describe a continuación (INEGI, 2010).

#### **Agrícola**

El principal destino del suelo para uso agrícola es el de la agricultura mecanizada continua, al cual se destina el 32.79% del territorio para dicho uso, esto es, aproximadamente 104.9 km<sup>2</sup>; para la agricultura con tracción animal continua se destina el 15.47% del territorio agrícola, representando aproximadamente 49.49 km<sup>2</sup> del territorio, para la agricultura con tracción animal estacional se destina el 13.18% del territorio agrícola, representando aproximadamente 42.16 km<sup>2</sup>, para la agricultura manual estacional se destina el 3.27% del territorio agrícola, representando aproximadamente 10.46 km<sup>2</sup> y el restante 35.29% del territorio destinado a uso agrícola no es apto para esta actividad, lo cual representa aproximadamente 112.9 km<sup>2</sup> (INEGI, 2010).

#### **Pecuario**

Las actividades pecuarias en el municipio tiene cinco destinos principales: para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola con el 32.79% del territorio

destinado a este uso; para el establecimiento de praderas cultivadas con tracción animal con el 15.47% del territorio destinado a este uso; para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal con el 0.82% del territorio destinado a este uso; para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal con el 45.01% del territorio destinado a este uso; y para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino con el 5.49% de dicho territorio, mientras que el 0.42% restante del territorio para dicho uso se considera no apto para uso pecuario.

### **Sitios RAMSAR**

El Sitio RAMSAR (los cuales hacen referencia al Convenio firmado para preservar humedales de importancia capital para los países y, de forma complementaria, a nivel global) más cercano a Zempoala se encuentra aproximadamente a 35 kilómetros y es la Laguna de Tecocomulco, ubicada en la confluencia de los municipios de Tepeapulco, Apan y Cuautepec de Hinojosa, la cual abarca una cuenca de aproximadamente 56,000 hectáreas y que es hábitat de especies de mamíferos, peces anfibios y aves tanto endémicas como migratorias.

## ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

### Población total 1950-2020

La población municipal de Zempoala ha crecido exponencialmente desde 1950, ya que en esa fecha ascendía a 12,778 habitantes mientras que para el año 2020 ésta ascendía a 57,906 habitantes, un crecimiento poblacional de 353.17% habiéndose casi quintuplicado en un periodo de 70 años, habiendo cambiado también la composición porcentual entre hombres y mujeres, pasando de un predominio de población masculina en 1950 a un mayor porcentaje femenino desde 1990.

El crecimiento poblacional se potenció en las décadas de los años ochenta cuando el municipio inicia su proceso de urbanización, a partir de 1990 se presenta el cambio de dependencia en mayoría porcentual de población femenina, el cual se hace más notorio a partir de la década del año dos mil.

**Tabla 4.** Población total por periodo censal, Zempoala, 1950-2020.

| <i>Periodo Censal</i> | <i>Población Total</i> | <i>Población Masculina</i> | <i>Población Femenina</i> |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1950                  | 12 778                 | 6 532                      | 6 246                     |
| 1960                  | 12 311                 | 6 335                      | 5 976                     |
| 1970                  | 13 830                 | 6 842                      | 6 988                     |
| 1980                  | 16 049                 | 8 234                      | 7 815                     |
| 1990                  | 21 295                 | 10 633                     | 10 662                    |
| 1995                  | 23 148                 | 11 618                     | 11 530                    |
| 2000                  | 24 516                 | 12 138                     | 12 378                    |
| 2005                  | 27 333                 | 13 496                     | 13 837                    |
| 2010                  | 39 143                 | 19 069                     | 20 074                    |
| 2015                  | 45 382                 | 21 985                     | 23 397                    |
| 2020                  | 57 906                 | 27 906                     | 30 000                    |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo de Población y Vivienda 2020. (INEGI,2021)

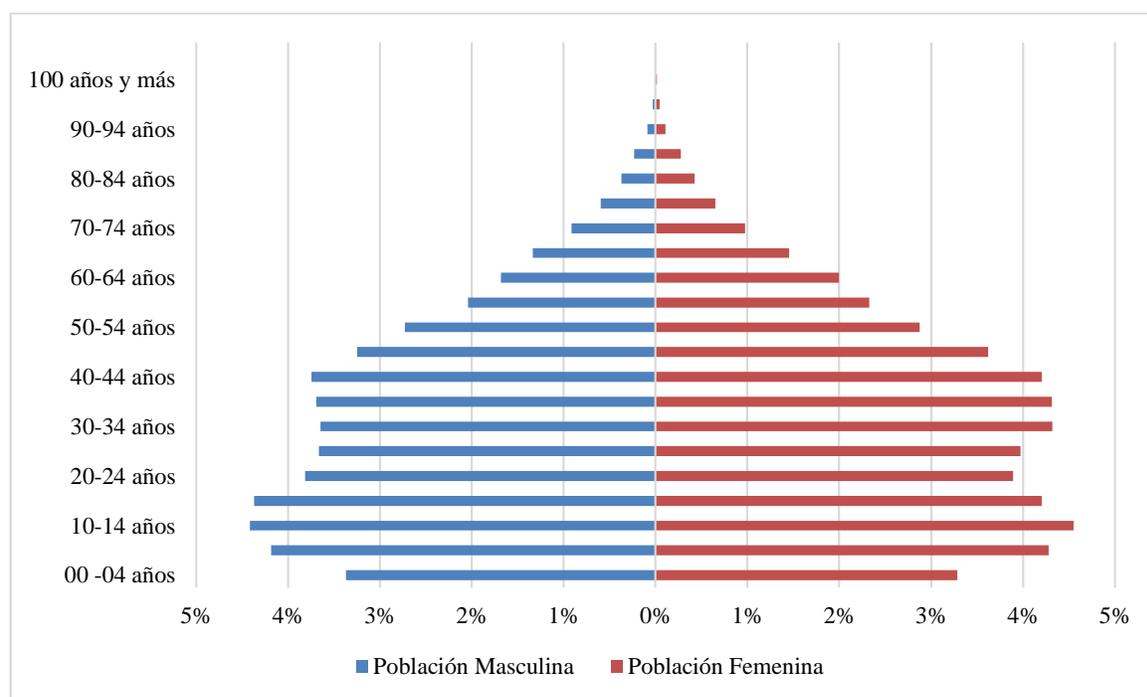
### Población por Sexo y Grupos de edad

De acuerdo con datos del Censo de Población del 2020, el municipio contaba con 57,906 habitantes compuesta por 27,906 hombres (el 48.2%) y 30,000 mujeres (el 51.8%) en ese año, presentando un crecimiento del 30% con respecto al anterior Censo de Población del año 2010; dicha población representa el 1.87% del total estatal; la relación hombres-mujeres

es de 93.0% (es decir que por cada 100 mujeres habitan 93 hombres), los cuales tienen una edad mediana de 31 años y presentan una media de 1.4 hijos nacidos vivos (INEGI, Censos y Conteos de Población y Vivienda, 2021).

Asimismo, se contabilizaron dentro de esa población: 3,061 personas con discapacidad (el 1.83% del total estatal), 1,271 personas con origen indígena (el 0.21% del total estatal) y 1,198 con origen afromexicano (el 2.46% del total estatal) así como 4,366 personas adultas mayores, es decir, con 65 o más años (el 1.65% del total estatal) (Secretaría del Bienestar, 2020).

**Gráfico 2.** Pirámide poblacional, Zempoala, 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020.

En la pirámide poblacional anterior puede apreciarse que la población en el municipio de Zempoala está distribuida por grupos etarios tiene un bajo porcentaje en el segmento de 0 a 5 años de edad (menos de 4%) tanto en hombres como en mujeres, mientras que en los grupos de 5-9, 10 a 14 y de 15 a 19 años se observa un comportamiento *anormal* ligeramente ascendente; en el grupo de 20 a 24 hay una ligera disminución y el porcentaje de mujeres es mayor que el de hombres, y, a partir del grupo de 45-49 en adelante ya se manifiesta un comportamiento considerado normal.

Asimismo, de lo apreciado en el comportamiento poblacional municipal se puede analizar que: el grupo poblacional más importante es el de 15-19 años pero por un muy leve margen porcentual, mientras que el grupo etario 0-4 años está decreciendo su importancia porcentual, generando que la población de reemplazo está disminuyendo, y esto, a su vez, ocasiona una tendencia a largo plazo de inversión en la pirámide; asimismo, se aprecia que los grupos de 25-29 hasta el de 45-49 su desempeño porcentual es muy similar, y aunque la pirámide no presenta oscilaciones tan marcadas, si es de resaltar que el grupo de 0-4 es el de menor importancia.

### **Proyecciones de población por grupos de edad 2021-2030**

Con base en la información del Consejo Estatal de Población del estado de Hidalgo, la proyección de crecimiento de la población del municipio de Zempoala es que aproximadamente disminuirá un poco más de cinco mil personas desde el 2020 hasta el 2022 y, a partir de este año, se estima que habrá disminución de un poco más de cuatro personas cada año hasta llegar al 2030, en donde se prevé se contabilizarán 55,394 habitantes (Consejo Estatal de Población del Estado de Hidalgo, 2020).

Asimismo, dichas proyecciones nos muestran que la importancia porcentual de la población femenina irá decreciendo en cada año, disminuyendo el número de este segmento poblacional y en favor de la población masculina en cada periodo proyectado, pasando de la composición del 2020 en donde la distribución es de 51.8% de mujeres y 48.2% de hombres a una donde la composición en el 2030 será 51.5% de población femenina y 48.5% de población masculina.

Asimismo, se observa que la importancia del grupo de población de 0 a 14 años irá disminuyendo, cayendo la cantidad de personas en este grupo etario e incrementándose la de los grupos de 15 a 64 y la de 65 años y más, con lo cual se puede analizar que la población de reemplazo será cada vez menos y se irá incrementando la edad media de los habitantes del municipio, y en el largo plazo, cambiará la pirámide poblacional a una que muestre el citado envejecimiento.

**Tabla 5.** Proyecciones de Población por grupos de edad y sexo, Zempoala, 2021-2030.

| Año         | Total        |           |            |               | Hombres      |           |            |               | Mujeres      |           |            |               |
|-------------|--------------|-----------|------------|---------------|--------------|-----------|------------|---------------|--------------|-----------|------------|---------------|
|             | Total        | 0-14 Años | 15-64 Años | 65 Años Y Más | Total        | 0-14 Años | 15-64 Años | 65 Años Y Más | Total        | 0-14 Años | 15-64 Años | 65 Años Y Más |
| <b>2021</b> | <b>51535</b> | 13328     | 34278      | 4029          | <b>25057</b> | 6704      | 16425      | 1928          | <b>26478</b> | 6524      | 17853      | 2101          |
| <b>2022</b> | <b>52435</b> | 13325     | 34952      | 4186          | <b>25491</b> | 6739      | 16751      | 2001          | <b>26944</b> | 6558      | 18201      | 2185          |
| <b>2023</b> | <b>53237</b> | 13317     | 35560      | 4352          | <b>25874</b> | 6753      | 17043      | 2078          | <b>27363</b> | 6572      | 18517      | 2274          |
| <b>2024</b> | <b>53934</b> | 13317     | 36094      | 4523          | <b>26209</b> | 6748      | 17304      | 2157          | <b>27725</b> | 6569      | 18790      | 2366          |
| <b>2025</b> | <b>54516</b> | 13266     | 36549      | 4701          | <b>26489</b> | 6723      | 17526      | 2240          | <b>28027</b> | 6543      | 19023      | 2461          |
| <b>2030</b> | <b>55394</b> | 12312     | 37449      | 5633          | <b>26896</b> | 6244      | 17988      | 2664          | <b>28498</b> | 6068      | 19461      | 2969          |

Fuente: Elaboración propia a partir de Proyecciones de Población Municipal 2015-2030, COESPOH, 2020.

### **Distribución de la población por localidad**

El municipio cuenta con 79 localidades en las que habita la totalidad de la población, de las cuales 49 (es decir el 62% del total de las localidades) cuentan con entre 1 y 249 habitantes y en ellas viven 1,342 personas; 7 (el 8.8%) cuentan con entre 1,000 y 2,499 habitantes y en ellas habitan 11,560 personas; 9 (el 11.39%) cuentan con entre 500 y 999 habitantes y en ellas residen 6,764 personas; 9 (el 11.39%) cuentan con entre 250 y 499 habitantes y en ellas residen 3,136 personas y 3 (3.79%) cuentan con entre 2,500 y 4,999 habitantes y en ellas viven 10,310 personas.

De estas localidades, tres de ellas concentran el 49.99% de la población municipal; la cabecera municipal Zempoala, Privadas Santa Matilde (17,589 personas) y Lindavista, siendo las únicas que cuentan con más de tres mil habitantes.

**Tabla 6.** Distribución de la población por localidades, Zempoala, 2020

| Localidad                          | Población | Porcentaje |
|------------------------------------|-----------|------------|
| Zempoala                           | 7205      | 12.443     |
| Acelotla de Ocampo                 | 1179      | 2.036      |
| Santa Cruz                         | 792       | 1.368      |
| Francisco Villa                    | 742       | 1.281      |
| Rancho Luna                        | 56        | 0.097      |
| Guadalupe Santa Rita de Arriba     | 312       | 0.539      |
| Rancho Margarita                   | 4         | 0.007      |
| Las Palomas                        | 9         | 0.016      |
| San Agustín Zapotlán               | 1197      | 2.067      |
| San Antonio Oxtoyucan              | 962       | 1.661      |
| San Gabriel Azteca                 | 1117      | 1.929      |
| Santa María Tecajete               | 949       | 1.639      |
| Ex-Hacienda Santa Rita del Sauz    | 11        | 0.019      |
| Santo Tomás                        | 2053      | 3.545      |
| Ex-Hacienda de Tecajete            | 14        | 0.024      |
| Jagüey de Téllez (Estación Téllez) | 3639      | 6.284      |
| Tepa el Grande                     | 268       | 0.463      |
| Santiago Tepeyahualco              | 2514      | 4.342      |

|                                    |      |       |
|------------------------------------|------|-------|
| Tepozoyucan                        | 263  | 0.454 |
| San Mateo Tlajomulco               | 654  | 1.129 |
| San Pedro Tlaquilpan               | 2426 | 4.19  |
| La Trinidad                        | 659  | 1.138 |
| Venustiano Carranza                | 436  | 0.753 |
| Villa Margarita                    | 857  | 1.48  |
| Zontecomate                        | 34   | 0.059 |
| Hacienda Tepa el Chico             | 4    | 0.007 |
| Buenavista                         | 513  | 0.886 |
| La Cuchilla                        | 110  | 0.19  |
| Santa Gertrudis                    | 318  | 0.549 |
| San Cristóbal el Grande            | 167  | 0.288 |
| Ex-Hacienda San Antonio Tochatlaco | 25   | 0.043 |
| Mazatepec                          | 1    | 0.002 |
| Bachimba [Rancho]                  | 5    | 0.009 |
| Rancho Guadalupe                   | 6    | 0.01  |
| Ex-Hacienda Guadalupe Arcos        | 4    | 0.007 |
| El Mirador                         | 2385 | 0.204 |
| La Providencia                     | 6    | 0.01  |
| San José Tetecuintla               | 5    | 0.009 |
| Alfonso Corona del Rosal           | 101  | 0.174 |
| El Potrero                         | 57   | 0.098 |

|                                |      |       |
|--------------------------------|------|-------|
| Santa Cruz                     | 3    | 1.368 |
| La Isla                        | 32   | 0.055 |
| El Barrio Casas Coloradas      | 400  | 0.691 |
| Casa Vieja                     | 2    | 0.003 |
| Santa Isabel                   | 1    | 0.002 |
| Nueva San Agustín<br>[Colonia] | 44   | 0.076 |
| La Grava                       | 19   | 0.033 |
| Las Lomas (Los Galleros)       | 5    | 0.009 |
| Rancho Berlín                  | 8    | 0.014 |
| Rancho Viejo                   | 11   | 0.019 |
| Los Laureles [Rancho]          | 36   | 0.062 |
| Pozo el Llano                  | 9    | 0.016 |
| La Luz [Rancho]                | 11   | 0.019 |
| Lindavista                     | 4157 | 7.179 |
| El Caracol [Rancho]            | 5    | 0.009 |
| San Hipólito [Rancho]          | 3    | 0.005 |
| Ojo de Agua                    | 22   | 0.038 |
| Cerro Pelón [Rancho]           | 1    | 0.002 |
| El Chocolin [Rancho]           | 1    | 0.002 |
| El Cristo [Rancho]             | 10   | 0.017 |
| El Obregón [Rancho]            | 6    | 0.01  |

|                                 |       |        |
|---------------------------------|-------|--------|
| Las Palomas [Rancho]            | 3     | 0.016  |
| La Rinconada                    | 2     | 0.003  |
| Roberto Islas                   | 15    | 0.026  |
| San Juan Tepemazalco            | 75    | 0.13   |
| Las Palmas                      | 85    | 0.147  |
| Las Palmas                      | 10    | 0.147  |
| El Mirador Sexta Sección        | 118   | 0.204  |
| Santa María                     | 62    | 1.639  |
| Palmitas [Colonia]              | 84    | 0.145  |
| Privadas Santa Matilde          | 17589 | 30.375 |
| Villas de San Marcos            | 1203  | 2.078  |
| Nueva Esperanza                 | 499   | 0.862  |
| Bosques de Matilde              | 636   | 1.098  |
| Villa Fontana                   | 279   | 0.482  |
| Los Ciruelos                    | 361   | 0.623  |
| El Carril Ancho                 | 36    | 0.062  |
| La Florencia                    | 1     | 0.002  |
| Coatepec                        | 3     | 0.005  |
| Localidades de una<br>vivienda  | 85    |        |
| Localidades de dos<br>viviendas | 25    |        |

Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020.

## **Indicadores demográficos**

En cuanto a los indicadores poblacionales más importantes de acuerdo con información del gobierno estatal se tienen las siguientes cifras:

La Tasa de Bruta de Natalidad, es decir, el número de nacidos vivos por cada 1000 habitantes en el municipio para el año 2020 fue de 8.9%, es decir, en el año mencionado ese fue el número de nacimientos de personas con vida por cada mil personas que habitaban en el municipio (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2020); asimismo en ese año se presentó un porcentaje de 3.1 hijos nacidos fallecidos en el grupo de mujeres en edad fértil (INEGI, 2021).

En ese mismo año se registraron, en promedio, 1.4 hijos nacidos vivos en el grupo de mujeres en edad reproductiva (de 15 a 49 años de edad), siendo el grupo de 80 a más años en donde el promedio fue mas alto lo que indica que la población femenia presentaba en promedio un numero de hijos de 6 a 7 hijos, mientras que la población adulta promedio del grupo de 40 a 44 años con un promedio de 2.16 hijos nacidos vivos; mientras que en el grupo de 35 a 39 años se observó un promedio de 1.96 hijos nacidos vivos; el grupo de 30 a 34 años promedió 1.62 hijos nacidos vivos y en el de 25 a 29 años 1.17; los grupos etarios de menor porcentaje de nacidos vivos fueron el de 20 a 24 años con 0.54 y el de 15 a 19 con 0.09 (INEGI, 2021).

Otros indicadores de importancia fueron: La Tasa Bruta de Mortalidad, es decir, el número de defunciones totales por cada 1000 habitantes fue de 2.4 ; la Tasa de Crecimiento Natural (la diferencia entre el número de nacimientos y de defunciones por cada 100 habitantes) fue de 0.6%; la Tasa de Crecimiento Social (el crecimiento social total por cada 100 habitantes) fue de 7.5% ; la Tasa de Crecimiento Total (crecimiento total por cada 100 habitantes) fue de 8.1% y la Tasa Global de Fecundidad (el número medio de hijos que espera haber tenido una mujer al final de su vida productiva) fue de 1.3% (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2020).

**Tabla 7.** . Indicadores demográficos, Zempoala, 2020.

| <i>Tasa de Natalidad</i> | <i>Tasa de mortalidad</i> | <i>Tasa Global de Fecundidad (TGF)</i> | <i>Tasas de Crecimiento</i> |               |              |
|--------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|---------------|--------------|
|                          |                           |  | <i>Natural</i>              | <i>Social</i> | <i>Total</i> |
| 8.9                      | 2.4                       | 1.3                                    | 0.6                         | 7.5           | 8.1          |

Fuente: Elaboración propia a partir de Proyecciones de Población Municipal 2015-2030, COESPOH, 2020 y Censo de Población 2020, INEGI.

### **Estructura por edad y razón de dependencia**

Para el año 2020 existe en el municipio una razón de dependencia de 46 personas, esto es, personas que tienen algún grado o nivel de dependencia por cada 100 personas en edad productiva, de las cuales 36 representan al grupo de edad juvenil (personas menores a 15 años) y 11 representan al grupo de adultos mayores (personas mayores a 65 años).

En la proyección de los datos de este indicador para el próximo quinquenio se puede apreciar como la población infantil va perdiendo relevancia en cuanto al nivel de dependencia mientras que la población dependiente en edad adulta mayor va ganando cada vez mayor importancia, en concordancia con las proyecciones de población que muestran la cada vez mayor disminución de población infantil y el incremento de la población en edad adulta.

**Tabla 8.** Proyección 2020-2024 de razón de dependencia. Zempoala

| <i>Año</i> | <i>Razón De Dependencia Municipal</i> | <i>Razón De Dependencia Infantil</i> | <i>Razón De Dependencia Vejez</i> |
|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 2020       | 50.68                                 | 39.12                                | 11.56                             |
| 2021       | 50.34                                 | 38.59                                | 11.75                             |
| 2022       | 50.02                                 | 38.04                                | 11.98                             |
| 2023       | 49.71                                 | 37.47                                | 12.24                             |
| 2024       | 49.43                                 | 36.9                                 | 12.53                             |

Fuente: Elaboración propia a partir de Proyecciones de Población Municipal 2015-2030, COESPOH, 2020 y Censo de Población 2020, INEGI.

## Población indígena y afroamericana

Para el año 2020 en el municipio habitaban 501 personas mayores de 3 años hablantes de lenguas indígenas (0.88% del total de la población) y de ellas, la población que no habla español asciende al 0.20% del total de la población, siendo las de mayor cantidad de hablantes: Zapoteco con 20 hablantes (3.99% del total), Otomí con 105 hablantes (20.95% del total), Náhuatl con 330 hablantes (65.86% del total) (Gobierno de México, 2022).

En lo referente a la población que se autodenomina como afroamericana, negra o afrodescendiente esta asciende al 2.07% de la población municipal, ascendiendo a 1,198 personas en el municipio en el año 2020.

**Tabla 9.** Condición de autoadscripción afroamericana o afrodescendiente, Zempoala, 2020.

| <i>Municipio</i> | <i>Sexo</i> | <i>Población Total</i> | <i>Se Considera</i> | <i>No Se Considera</i> | <i>No Especificado</i> |
|------------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Zempoala</b>  | Total       | 57 906                 | 2.07%               | 97.87%                 | 0.07%                  |
|                  | Hombres     | 48.19%                 | 1.02%               | 47.14%                 | 0.03%                  |
|                  | Mujeres     | 51.81%                 | 1.05%               | 50.72%                 | 0.04%                  |

Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

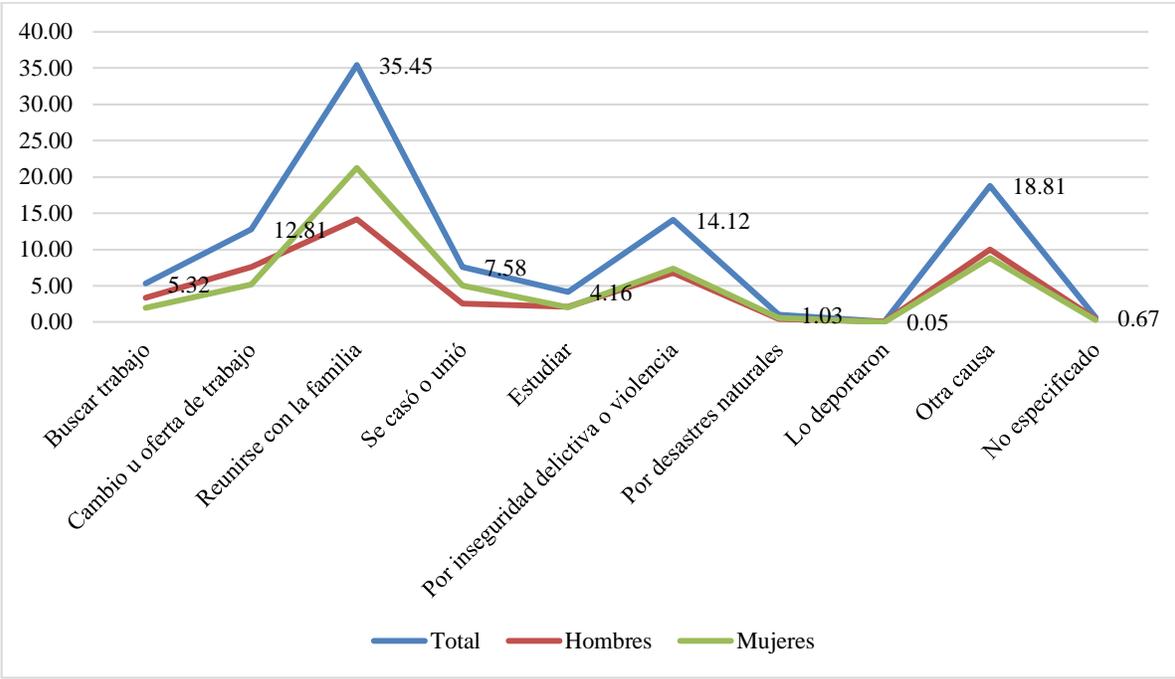
## Migración

En lo que se refiere a la migración, el municipio presentó un 20.3% de la población mayor de 5 años y más con lugar de residencia distinto al actual en marzo del 2015, es decir, este porcentaje presentó migración interna, siendo la mayor causa los asuntos familiares con el 43% de ese total; las cuestiones laborales contaron con el 18.1% del total; la inseguridad ocupó un 14.1% del total mientras que las cuestiones educativas impactaron con un 4.2% del total de la población, mientras que otras causas acumularon un porcentaje de 20.6% del total (INEGI, Censos y Conteos de Población y Vivienda, 2021).

El porcentaje del municipio que nació en el mismo y que se mantiene viviendo en la entidad entre el sector etario de 5 años y más ascendió al 64.75% mientras que el 34.4% de la población nacida en el municipio y que hace 5 años aún residía en su entidad de origen ahora viven en otra entidad mientras que los habitantes que nacieron en el municipio y que

cambiaron den residencia a otros país fueron 0.68% del total, encontrándose un 0.1% que no lo especificó, caracterizando que la emigración interna en el país se da más en la población femenina y la emigración internacional se presenta en los mismos porcentajes en hombres y mujeres.

**Gráfico 3.** Principales causas de migración, Zempoala 2020



Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

Por su parte, la inmigración internacional hacia el municipio tiene en tres países sus principales fuentes de población en los últimos cinco años: Estados Unidos con 134 personas, Colombia con 15 personas y Venezuela con 20 personas; mientras que las principales causas de la inmigración internacional fueron: laborales con 24 personas; familiares con 128 personas, y por cuestiones de entorno y sociales con 20 personas (Gobierno de México, 2022).

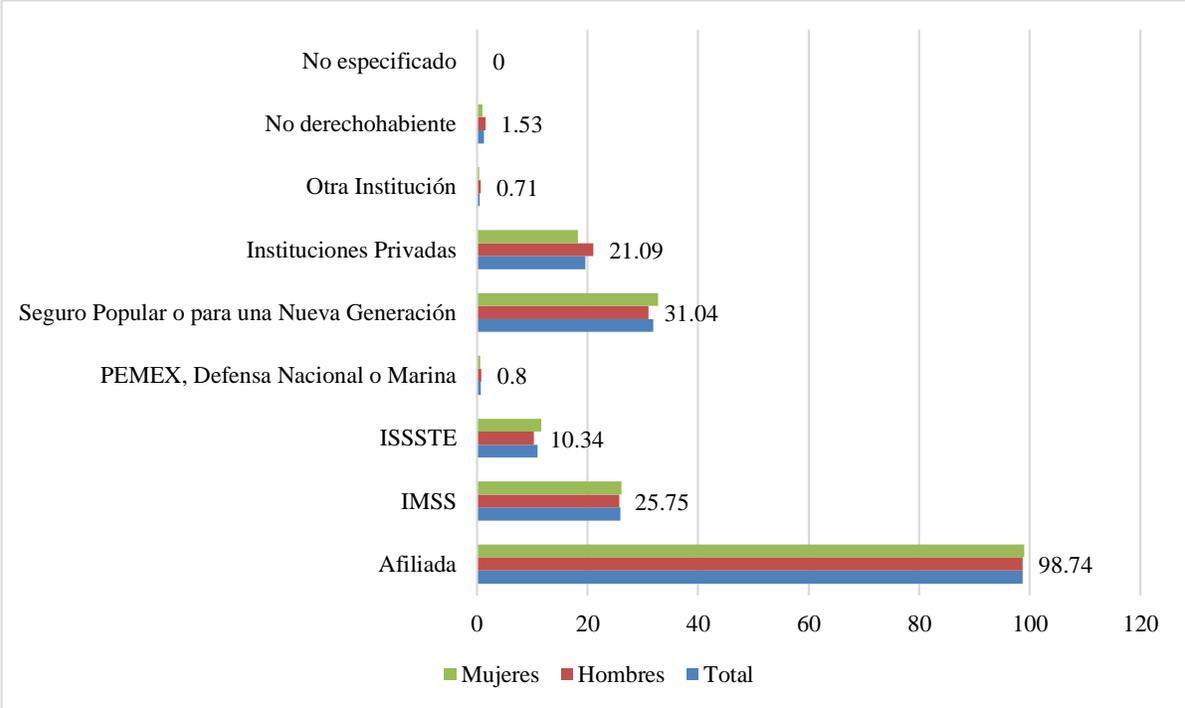
En esta relación, del total de viviendas (17,161) el 2.48% de ellas recibe remesas de algún familiar que reside en los Estados Unidos de Norteamérica; comparativamente, en el quinquenio anterior solamente el 0.49% de las viviendas contaba con habitantes en dicho país; asimismo, en el periodo citado 0.23% de las viviendas contaba con migrantes circulares y el 0.65% contaba con migrantes de retorno; con todos estos datos se determina que el Índice

de Integridad Migratoria es de 64.52% mientras que el Grado de Intensidad Migratoria es Muy Bajo, ubicándose en el lugar 69 a nivel estatal.

**Salud**

La salud es uno de los principales derechos de los habitantes de nuestro territorio nacional, siendo dos instituciones las que principalmente brindan el servicio a nivel nacional, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), así como otras instituciones como la Cruz Roja, la Secretaría de Salubridad, Petróleos Mexicanos, Hospitales Generales de la Entidad así como algunos otros servicios y programas estatales y federales, así como el segmento privado de la salud.

**Gráfico 4.** Porcentaje de población afiliada a servicios de salud, Zempoala 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

Si bien existe un amplio porcentaje de la población afiliada a los sistemas de Salud y Seguridad Social, en este municipio no es preocupante que un porcentaje del total poblacional aún no cuenta con estos servicios, ya que manifestaría que en las carencias principales que presentan los pobladores del municipio; asimismo, un porcentaje

significativo de población afiliada no asiste con regularidad a consultas o atención y seguimiento, representando también una situación problemática para la salud pública e individual.

La principal institución por porcentaje de población afiliada a ella es el IMSS, con casi el 30% del total de personas con acceso a servicios de salud, seguido por el entonces denominado Seguro Popular con 31.8% del total de afiliados, siendo el sector privado el tercer lugar con el 21.9% del total y en cuarto sitio el ISSSTE con 10.34% del total de afiliados.

### **Discapacidad**

Dentro de los rubros poblacionales se puede encontrar un grupo de individuos caracterizados por la discapacidad referida esta como la imposibilidad de realizar actividades de manera cotidiana con niveles de dificultad física y/o mental; al 2020 el municipio de Zempoala concentró un total de 3,061 personas con algún tipo de discapacidad, cifra que asciende al 5.3% del total de la población.

Este mismo grupo se clasifica dependiendo la discapacidad y el grado de dificultad para realizar sus actividades y de ellas, el 22.1% del total de personas con alguna discapacidad se concentra en el grupo etario de 60 y más años de edad, el 4.1% en el grupo de 30 a 59 años, el 2.3% se concentra en el grupo de 18 a 29 años de edad mientras que el 2.4% lo hace en el grupo de 0 a 17 años de edad, lo cual indica que el mayor porcentaje de personas en esta condición se da en los adultos mayores ya sea por su edad o por condiciones agravadas de salud (INEGI, Censos y Conteos de Población y Vivienda, 2021).

**Tabla 10.** Principal sector de actividad cotidiana afectado por la discapacidad, Zempoala, 2020.

| <i>Con discapacidad según actividad cotidiana que realiza con mucha dificultad o no puede hacerla</i> |              |                              |  |                               |                                |                                  |                             |
|---|--------------|------------------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| <i>Sexo</i>   | <i>Total</i> | <i>Ver aun usando lentes</i> | <i>Oír aun usando aparato auditivo</i> | <i>Caminar, subir o bajar</i> | <i>Recordar o concentrarse</i> | <i>Bañarse, vestirse o comer</i> | <i>Hablar o comunicarse</i> |
| <i>Total</i>  | 5.3%         | 2.68%                        | 1.30%                                  | 2.19%                         | 0.90%                          | 0.84%                            | 0.67%                       |
| <i>Hombres</i>  | 10.21%       | 1.21%                        | 0.71%                                  | 0.97%                         | 0.44%                          | 0.40%                            | 0.38%                       |
| <i>Mujeres</i>  | 11.30%       | 1.47%                        | 0.58%                                  | 1.22%                         | 0.46%                          | 0.44%                            | 0.29%                       |
| <i>Con limitación según actividad cotidiana que realiza con poca dificultad</i>                       |              |                              |  |                               |                                |                                  |                             |
| <i>Sexo</i>   | <i>Total</i> | <i>Ver aun usando lentes</i> | <i>Oír aun usando aparato auditivo</i> | <i>Caminar, subir o bajar</i> | <i>Recordar o concentrarse</i> | <i>Bañarse, vestirse o comer</i> | <i>Hablar o comunicarse</i> |
| <i>Total</i>  | 15.6% 1      | 10.92%                       | 3.31%                                  | 4.04%                         | 2.86%                          | 0.71%                            | 0.77%                       |
| <i>Hombres</i>  | 7.32%        | 4.98%                        | 1.79%                                  | 1.84%                         | 1.31%                          | 0.34%                            | 0.43%                       |
| <i>Mujeres</i>  | 8.29%        | 5.94%                        | 1.52%                                  | 2.20%                         | 1.56%                          | 0.37%                            | 0.34%                       |

Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI,2021)

Como puede apreciarse en la Tabla 10 la principal discapacidad padecida por los habitantes del municipio es la visual, tanto en aquel segmento en donde están imposibilitados a realizarlas o las hacen con mucha dificultad como en aquel segmento donde la discapacidad es menos limitante, seguidas en importancia por la discapacidad de movilidad y en tercer puesto las discapacidades auditivas.

### **Hogares y vivienda**

La composición poblacional ha cambiado en las recientes décadas en nuestro país, transformándose de un esquema equitativo entre la población urbana y la que habita en entornos rurales a uno donde prácticamente un 75% de la población habita, en promedio a nivel nacional, en contextos urbanos, situación que también se ve relegada en Hidalgo, aun cuando en este se presenta un equilibrio poblacional, pues según datos del INEGI el 57% de la población hidalguense es urbana mientras que el 43% es rural, las ciudades adquieren cada vez más peso e importancia regional y local.

Esta redistribución de los espacios urbanos ha generado una nueva configuración en las ciudades hidalguenses, en las cuales se presentan mayor densidad y cantidad de población, mayores requerimientos de servicios públicos, un incremento en la explotación de los recursos naturales y una mayor producción de materiales y elementos contaminantes tanto para el agua, el aire, el suelo y con efectos sumamente nocivos para la salud humana, tanto de los habitantes urbanos como, de manera indirecta, de los habitantes rurales circundantes.

En el año 2020 en el municipio de Zempoala se presentaban 31803 viviendas totales, de las cuales 17,477 estaban habitadas (el 54.95%) mientras que 8,667 se encontraban no habitadas (el 27.25%), y se destaca que 5,659 eran viviendas de uso temporal.

**Tabla 11.** Condición de habitación de la vivienda, Zempoala, 2020.

| <i>Viviendas particulares</i> | <i>Condición de habitación</i> |                     |                        |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
|                               | <i>Habitadas</i>               | <i>Deshabitadas</i> | <i>De uso temporal</i> |
|                               | 17 477                         | 8 667               | 5 659                  |
| 31 803                        | 54.95%                         | 27.25%              | 17.79%                 |

Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

Del total de viviendas se puede definir, por medio de la siguiente tabla se muestra, que en promedio se cuenta con un rango de 3-4 cuartos, con un total de 47.31% de viviendas con piso de cemento firme, 97.86% con materiales de fabricación de paredes con tabique, block y similares y por último con 91.71% con losa para techos de concreto y viguetas. De estas mismas se puede definir que las principales localidades con estas características son urbanas y localizadas principalmente en las zonas habitacionales con alto índice económico. Al definir la condición de la vivienda se puede señalar que una misma vivienda puede tener más de una característica de construcción como es el caso del material de piso.

La forma de adquisición de la vivienda permite ver la cantidad de asentamientos del municipio donde el 39.35% de estas se obtuvieron por medio de compra directa a constructoras dedicadas a fraccionamientos habitacionales y el 30.85% son viviendas de autoconstrucción por medio de adquisición de tierras.

**Tabla 12.** Condición de la vivienda por material de construcción, Zempoala, 2020.

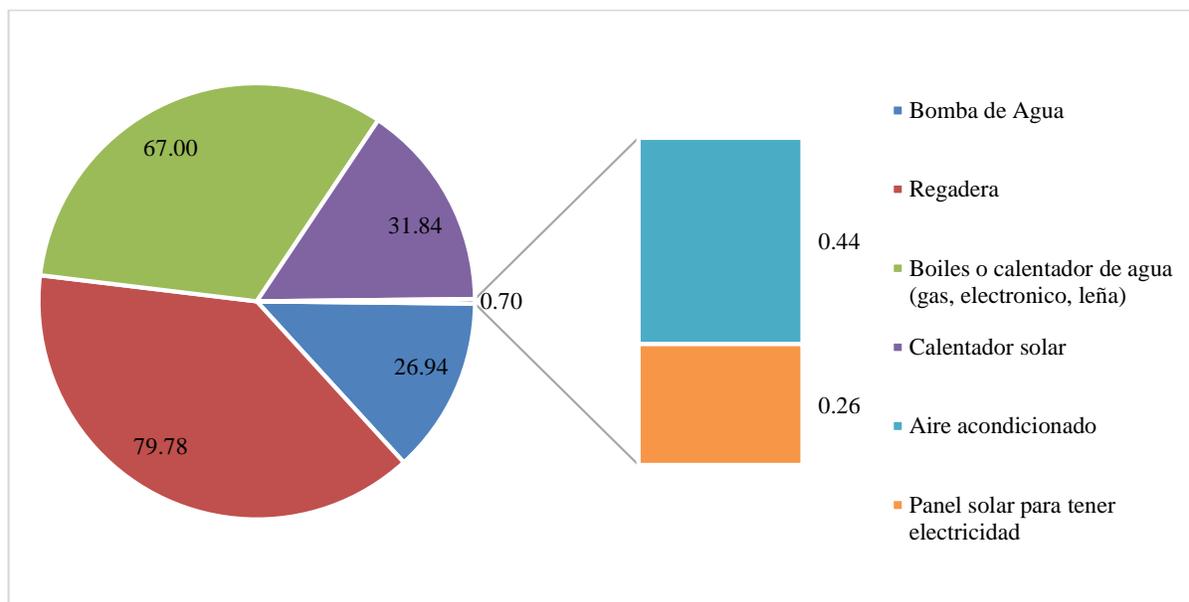
| <i>cuartos por vivienda</i> |                  |                 |                     |                        | <i>Material en pisos</i> |                 |                                      |               |
|-----------------------------|------------------|-----------------|---------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------|
| 1-2                         | 3-4              | 5-6             | 7-8                 | 9 y más                | Tierra                   | Cemento o firme | Madera, mosaico u otro recubrimiento | No específico |
| 12.15%                      | 60.06%           | 24.55%          | 4.60%               | 0.82%                  | 0.01%                    | 47.31%          | 53.82%                               | 0.02%         |
| <i>Material en paredes</i>  |                  |                 |                     |                        |                          |                 |                                      |               |
| Material de desecho         | Lámina de cartón | Lámina          | Carrizo, bambú etc. | Embarro o bajareque    | Madera                   | Adobe           | Tabique, ladrillo, block, etc.       | No específico |
| 0.26%                       | 0.00             | 0.00            | 0.09                | 0.00                   | 0.00                     | 1.78%           | 97.86%                               | 0.00          |
| <i>Material en techos</i>   |                  |                 |                     |                        |                          |                 |                                      |               |
| Material de desecho         | Lámina de cartón | Lámina metálica | Lámina de asbesto   | Lámina de fibrocemento | Palma o paja             | Teja            | Losa de concreto o viguetas          | No específico |
| 0.00                        | 0.14%            | 5.72%           | 2.12%               | 0.06%                  | 0.00                     | 0.25%           | 91.71%                               | 0.00          |

Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

Dentro de la vivienda se pueden encontrar diversos bienes tecnológicos que facilitan y que, ahora, se han vuelto indispensables para el día a día. Dentro de estos se puede definir que, al 2020 el 94.2% de los hogares cuenta con televisores (en sus versiones analógicas y/o digitales). Sin embargo, considerando aquellas tecnologías de primera necesidad, se establece que el 90.1 % de las viviendas cuenta con refrigerador mientras que los dispositivos móviles como computadoras, laptop y tabletas tiene una presencia del 43.9% (refiriendo a aquellos bienes tecnológicos con necesidad eléctrica).

Por otro lado, dentro de las ecotecnologías de la vivienda se pueden encontrar el uso de focos ahorradores de energía, paneles solares, entre algunos más. Sin embargo, a nivel municipal se define que el 67.0% de las viviendas habitadas utilizan Boiler o calentador de agua para el servicio siendo estos de tipo eléctrico, por uso de gas (de tipo butano, propano o metano) así como el uso de leña y/o carbón. Se visualiza en el gráfico 5 que las tecnologías con menor presencia en las viviendas son el aire acondicionado (esto debido a la temperatura media anual de 16°C) y los paneles solares para acceso y generación de electricidad propia, considerando lo anterior, esta es unas de las variables de interés ante la medición de GEI.

**Gráfico 5.** Eco tecnologías del Municipio de Zempoala, 2020



Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

Al periodo censal de 2015, se contabilizó un total de 12,516 viviendas particulares habitadas de las cuales el 92.16% cuentan con gas como combustible para cocinar siendo el de mayor ocupación. En el mismo periodo se define al uso de leña o carbón como uno de menor utilización con el 5.59% de participación en el total de viviendas. En este mismo sentido, las viviendas con este tipo de combustible refieren que el 56.0% (aproximadamente 360 hogares censados) no disponen de fogones o estufas con chimeneas en el hogar por lo que la emisión de los gases (monóxido de carbono) se queda dentro del hogar a menos que se realice en espacios abiertos dentro de la misma vivienda (al aire libre principalmente en localidades rurales).

Los servicios de agua potable y alcantarillado se encuentran estrechamente relacionados debido al conjunto de infraestructura, así como equipamiento para el traslado del líquido y los residuos. Al periodo censal 2020 se puede señalar que, de las 17,466 viviendas el 98.39% de ellas cuenta con el servicio de drenaje (ya sea que se encuentre conectado a la red pública, a fosas sépticas o alguno otro medio de desecho). Sin embargo, el 97.19% de las viviendas cuentan con acceso al agua potable pero no todas obtenidas de una red pública sino también de pozos comunitarios y/o particulares, obtención por medio de pipas de paga o municipales y por medio de acarreo de cuerpos de agua colindantes.

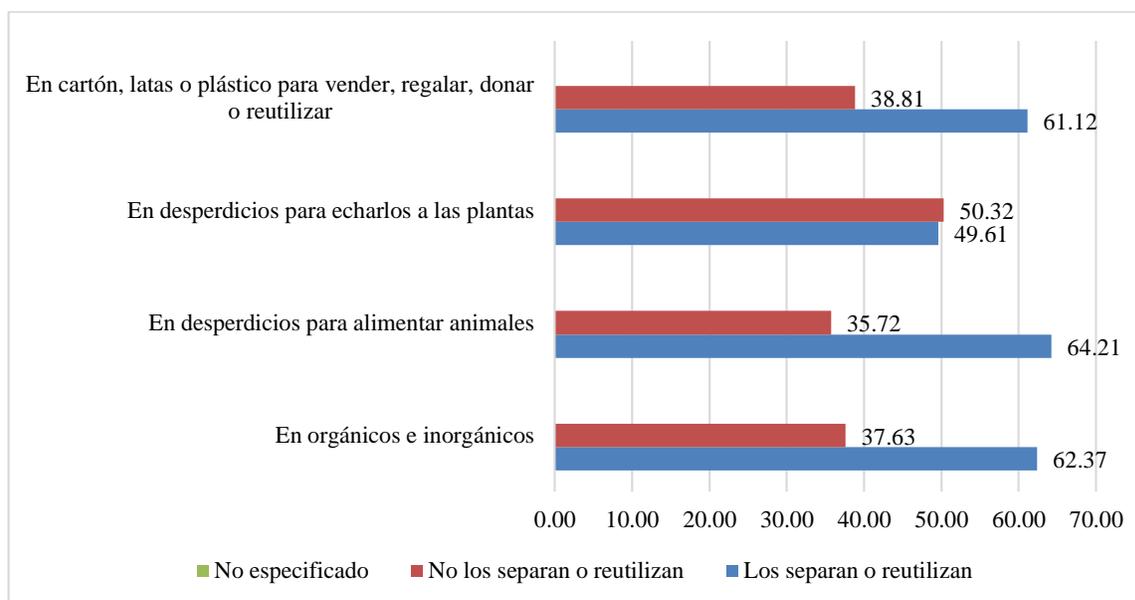
**Tabla 13.** Disponibilidad de agua potable y alcantarillado, Zempoala, 2020

| Disponibilidad y ámbito de agua entubada | Viviendas particulares habitadas |                           |                        |                 |
|--|----------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|
|  | Total                            | Disponibilidad de drenaje |                        |                 |
|  |                                  | Disponen de drenaje       | No disponen de drenaje | No especificado |
| Total                                    | 17 466                           | 98.39%                    | 1.57%                  | 0.03%           |
| Disponen de agua entubada                | 17 185                           | 97.19%                    | 1.20%                  | 0.01%           |
| No disponen de agua entubada             | 276                              | 1.20%                     | 0.38%                  | 0.00            |

Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

Los residuos sólidos urbanos son aquellos generados en la vivienda y corresponden a una adquisición de bienes higiénicos, alimenticios, dirigidos principalmente por la compra y desecho de productos de primera (alimentos agrícolas y cárnicos), segunda (ropa, zapatos, y alimentos procesados) y tercera necesidad (dispositivos electrónicos, electrodomésticos). De igual forma los residuos sólidos generados por establecimientos como mercados, comercio informal, centros educativos y algunos otros más, también son considerados como urbanos. Enfatizando en la producción y desecho de los residuos en la vivienda se define que, en el municipio hidalguense abordado, el 64.21% de los hogares clasifican y reutilizan algunos de los residuos según su tipo.

**Gráfico 6.** Clasificación de residuos en el municipio de Zempoala, 2020



Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021).

Al saber la reutilización y clasificación de los residuos sólidos, se especifica la forma de desecho de estos donde el 77.32% de las viviendas realiza el despoje de estos por medio de camiones concesionarios de recolección mientras que el 0.07% de los hogares decide realizar el desecho en calles, ríos, baldíos, o alguna otra área no permitida (ver Tabla 14). A nivel estatal se han propuesto que en los espacios (esquinas de calles) se erradique que la población deje sus residuos, ya que afecta a la imagen urbana del municipio, así como el daño medio ambiental y propicia que animales de la calle tiren los residuos.

**Tabla 14.** Forma de desechar los residuos sólidos, Zempoala, 2020

| <i>Se los dan a un camión o carrito de la basura</i> | <i>Los dejan en un contenedor o depósito</i> | <i>Los queman</i> | <i>Los entierran</i> | <i>Los llevan al basurero público</i> | <i>Los tiran en otro lugar (calle, baldío, barranca, río)</i> | <i>No especificado</i> |
|--|--|-------------------|----------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 77.32%   | 13.34%                                       | 9.21%             | 0                    | 0.06%                                 | 0.07%   | 0                      |

Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

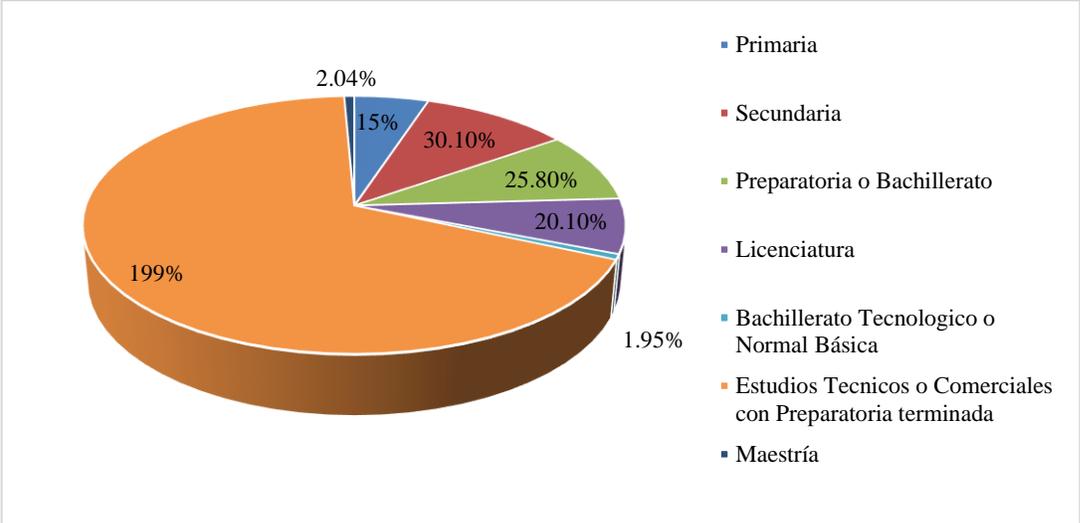
## **Educación**

En lo que se refiere a las condiciones educativas de la población del municipio cuenta con una matrícula de 15,550 alumnos en los distintos niveles educativos, así mismo con 93 escuelas y 829 docentes, ésta presenta las siguientes características: la Tasa de alfabetización para el grupo de edad de 15 a 24 años es del 99.2% de dicha población, mientras que en el segmento de edad de 25 años y más el porcentaje desciende a 96.5%; por su parte, en lo referente a los niveles de escolaridad el 2.8% de la población no posee escolaridad alguna, el 43.6% cuenta con escolaridad básica, el 26.8% ha concluido su educación media superior, el 26.6% lo ha hecho con la educación superior mientras que el 0.2% no especificó algún grado educativo (INEGI, Censos y Conteos de Población y Vivienda, 2021).

En el mismo sentido, lo referente a la población analfabeta se resume de la siguiente manera: la Tasa de Analfabetismo en el municipio (es decir, la población mayor de 15 años que no sabe leer ni escribir) fue 2.76% en 2020, llamando la atención que de este total el 42.8% correspondió a hombres y el 57.2% a mujeres, siendo el grupo etario de 85 a más años el que mayor grado de analfabetismo femenino presenta con el 7.33%, seguido del segmento

de 65 a 69 años con el 6.59% mientras que en la población masculina el mayor grado se presenta en el grupo de 70 a 74 años con el 4.86% seguido del segmento de 85 a más años con el 4.78% (Gobierno de México, 2022).

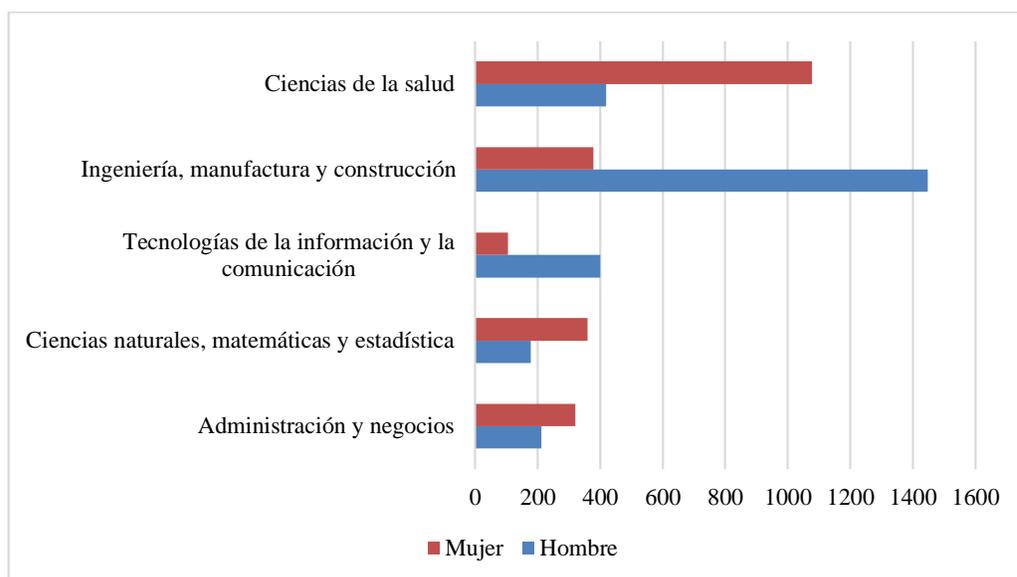
**Gráfico 7.** Nivel de Escolaridad por tipo y grado de estudio, Zempoala, 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de Data México, Gobierno de México.

En lo referente a la educación superior los datos indican que en el año 2021 existían 4894 personas inscritas en la educación superior, de los cuales 2,239 mujeres y 2,655 hombres matriculados; asimismo, las principales carreras a estudiar por la población masculina son: Ingenierías, manufactura y construcción y Ciencias de la salud, mientras que la población femenina prefirió las carreras de: Ciencias de la salud e Ingeniería, manufactura y construcción.

**Gráfico 8.** Matriculas en educación superior por carrera y sexo, Zempoala, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Data México, Gobierno de México.

### Índice y grado de marginación

El índice de marginación es un indicador que nos arroja información sobre la cantidad e intensidad de las carencias y de las privaciones la población, medido en unidades relativas a las necesidades básicas; es resultado de medir cuatro dimensiones (educación, viviendas, ingresos y distribución de la población) y nueve variables asociadas a cada dimensión, tales como analfabetismo, carencia de agua entubada, pisos de tierra, hacinamiento, salario mínimo y habitantes en poblaciones menores a cinco mil habitantes.

**Tabla 15.** Índice y grado de marginación, Zempoala, 2020.

|   |                 |
|---|-----------------|
| Nombre de la entidad  | Hidalgo         |
| Nombre del municipio  | Zempoala        |
| Población total   | 57 906          |
| % Población de 15 años o más analfabeta                       | 2.77            |
| % Población de 15 años o más sin educación básica             | 19.31           |
| % Ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado | 0.94            |
| % Ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica   | 0.51            |
| % Ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada       | 1.51            |
| % Ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra      | 12.38           |
| % Viviendas particulares con hacinamiento                     | 0.97            |
| % Población en localidades con menos de 5 000 habitantes      | 57.18           |
| % Población ocupada con ingresos menores a 2 salarios mínimos | 66.69           |
| Índice de marginación, 2020                                   | 58.47           |
| Grado de marginación, 2020                                    | <b>Muy Bajo</b> |
| Lugar que ocupa en el contexto estatal                        | <b>77</b>       |

Fuente: Elaboración propia a partir de Perfiles Sociodemográficos Municipales, COESPO Hidalgo.

El municipio presenta entonces un grado de marginación muy bajo pues ocupa el lugar 77 de entre los 84 municipios de la entidad, destacándose tres variables que son las que más debilidad presentan: la población analfabeta mayor de 15 años, la población que habita en localidades de menos de cinco mil habitantes, así como la población ocupada que gana menos de dos salarios mínimos.

### Índice de Desarrollo Humano

El índice de Desarrollo Humano (IDH) es una medida que, de manera sintética, nos muestra los avances promedio de los países, estados o municipios en tres aspectos prioritarios del desarrollo social: un periodo de vida largo y saludable (esperanza de vida al nacer); nivel educativo (tasas de alfabetización y de matriculación) y un adecuado nivel de vida (PIB per cápita en dólares); para el caso de Zempoala y de acuerdo con datos del gobierno estatal, el IDH en el año 2015 para el municipio se ubica en un nivel de 0.798, lo cual lo posiciona con un nivel de Desarrollo Humano Alto de acuerdo con la escala del PNUD.

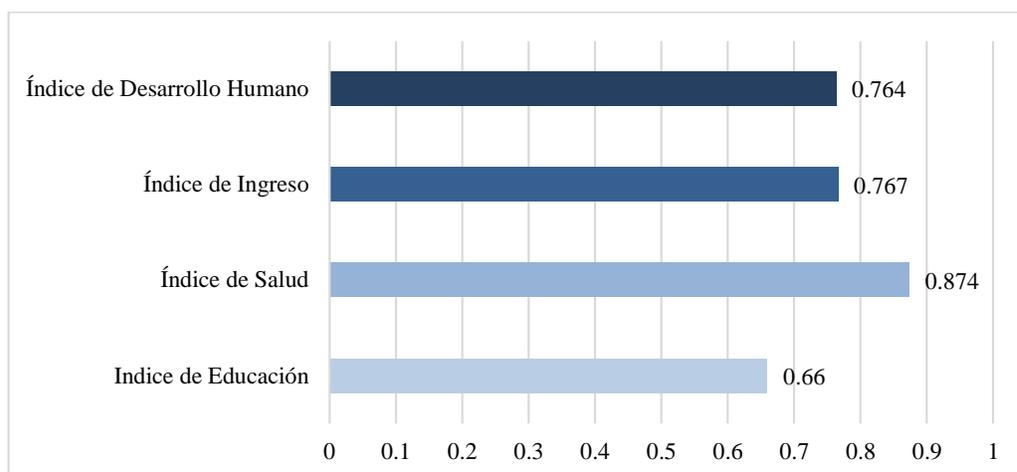
**Tabla 16.** Índice de Desarrollo Humano, Zempoala, 2015

| <i>Años promedio escolaridad</i> | <i>Años esperados escolaridad</i> | <i>Ingreso per cápita anual (dólares)</i> | <i>Tasa de mortalidad infantil</i> | <i>Índice de educación</i> | <i>Índice de salud</i> | <i>Índice de ingreso</i> | <i>Valor del IDH</i> |
|----------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| 8.8                              | 13.4                              | 2880.2                                    | 16.5                               | 0.66                       | 0.874                  | 0.767                    | 0.764                |

Fuente: Elaboración propia a partir de Perfiles Sociodemográficos Municipales, COESPO Hidalgo.

Como puede apreciarse en la Tabla 16, el municipio presentó 8.8 años promedio de escolaridad efectivos siendo 13.4 años de escolaridad los esperados; el Ingreso per cápita asciende a 2,880.2 dólares anuales mientras que la Tasa de mortalidad infantil es de 16.5, con lo cual se coloca el valor de este indicador en 0.764, un IDH Alto siendo el quinceavo más alto a nivel estatal.

**Gráfico 9.** Índice de Desarrollo Humano, Zempoala, 2015



Fuente: Elaboración propia a partir de Perfiles Sociodemográficos Municipales, COESPO Hidalgo.

### Índice de rezago social

Este indicador es generado por la Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, CONEVAL, se calcula para los tres niveles de agregación geográfica (estatal, municipal y local) y que incorpora indicadores en materia de: educación (como población analfabeta o que no asiste a la escuela), acceso a servicios de salud (población sin derechohabiencia), acceso a servicios básicos de calidad (luz, drenaje, agua entubada, etc.), espacios en la vivienda (como pisos de tierra), y activos en el hogar (lavadoras, refrigeradores, etc.).

**Tabla 17.** Índice y grado de rezago social, Zempoala, 2020.

|  |                  |
|--|------------------|
| Población total  | 57,906           |
| % de población de 15 años o más analfabeta   | 2.8              |
| % de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela                                 | 3.5              |
| % de población de 15 años y más con educación básica incompleta                          | 19.2             |
| % de población sin derechohabiencia a servicios de salud                                 | 36.1             |
| % de viviendas particulares habitadas con piso de tierra                                 | 1.0              |
| % de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario            | 1.3              |
| % de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública | 1.6              |
| % de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje                         | 1.6              |
| % de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica               | 0.6              |
| % de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora                        | 25.6             |
| % de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador                    | 9.9              |
| Índice de rezago social  | <b>-1.179373</b> |
| Grado de rezago social   | <b>Muy bajo</b>  |
| Lugar que ocupa en el contexto estatal   | <b>80</b>        |

Fuente: Elaboración propia a partir de Perfiles Sociodemográficos Municipales, COESPO, Hidalgo.

El municipio se encuentra entre los mejor posicionados de la entidad en cuanto al rezago social y aunque este indicador es muy bajo existen ciertas variables en las que existe debilidad en su población, principalmente en el acceso a los servicios de salud y en cuanto a una educación incompleta, situación que los coloca en vulnerabilidad por presentar dicha carencia, lo que impide que el municipio se ubique en mejores posiciones en este índice.

### **Pobreza y Carencias Sociales**

Con respecto a la población en pobreza extrema esta representa el 3.61% del total municipal, mientras que a nivel estatal asciende al 8.1% del total; en lo referente a la pobreza moderada en el municipio corresponde a 30.7% del total de la población, mientras que a nivel estatal es de 42.6%; en las personas vulnerables por ingresos el municipio presenta un 7.45% mientras que en la entidad se tiene el 6.5%; en lo que se refiere a personas vulnerables por carencias sociales en el municipio se tiene un 34.3% del total mientras que a nivel estatal es de 26.8% y, finalmente, las personas no pobres y no vulnerables representan el 24% del total municipal mientras que a nivel estatal se cuenta con el 16%.

Para el año 2020 el municipio presentaba tanto un Grado de Marginación como de Rezago Social Muy Bajo, y para ese mismo año existían 19,363 personas en situación de pobreza de las cuales 2,037 se encontraban en situación de pobreza extrema mientras que 17,326 personas se encontraban en pobreza moderada; asimismo, existían 13,562 personas no pobres y no vulnerables y 4,162 eran vulnerables por ingresos y 19,368 lo eran por carencias sociales.

**Gráfico 10.** Población por condición de pobreza multidimensional y carencias sociales, Zempoala 2020.



Fuente: Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022, Hidalgo, Zempoala.

En cuanto a las carencias sociales que enfrenta la población del municipio, la composición éstas se presenta de la siguiente manera: existen 5,493 personas con Rezago educativo, correspondiente al 9.7% de la población total municipal; 21,436 personas presentan carencias de Acceso a los servicios de salud, un 38% del total de la población; 32,279 presentan rezagos en Acceso a la Seguridad Social, correspondiente al 57.2% de la población; en cuanto a la Calidad y espacios en la vivienda 1,962 personas (3.5% del total) presentan dicha carencia; en lo referente a los Servicios básicos en la vivienda, la presentan 2,562 personas (el 4.5% del total) y, finalmente, el Acceso a la alimentación nutritiva y de calidad afecta a 11,942 personas, lo que corresponde al 21.2% de la población municipal (Secretaría del Bienestar, 2020).

**Tabla 18.** Incidencia y carencia promedio en indicadores de pobreza, Zempoala, 2020

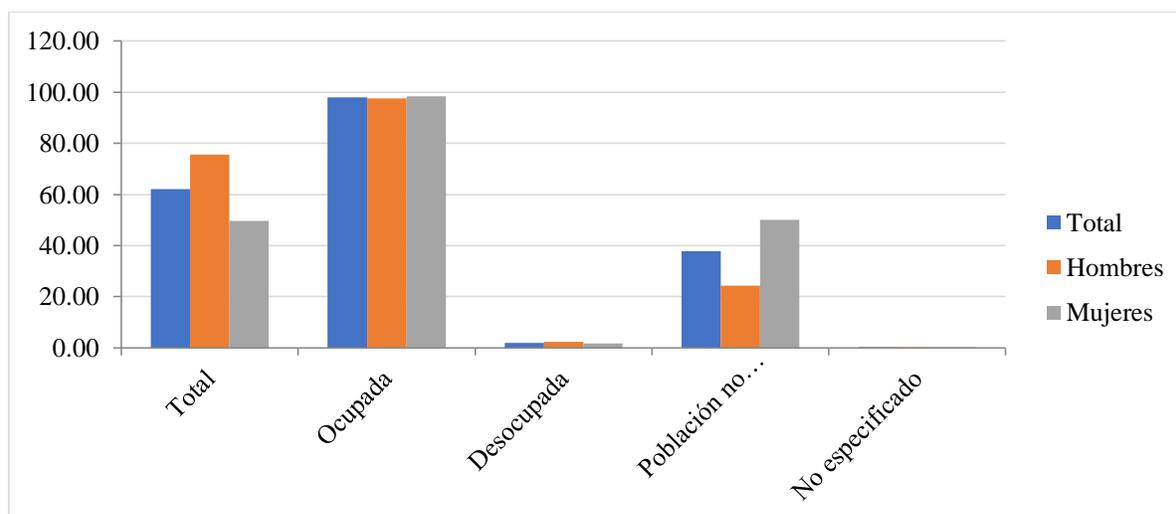
| <i>Indicador</i>   | <i>Porcentaje</i> | <i>Personas</i> | <i>Carencias promedio</i> |
|--|-------------------|-----------------|---------------------------|
| <i>Pobreza</i>   |                   |                 |                           |
| Población en situación de pobreza                                | 34.3              | 19363           | 2.1                       |
| Población en situación de pobreza moderada                       | 30.7              | 17326           | 1.9                       |
| Población en situación de pobreza extrema                        | 3.6               | 2037            | 3.5                       |
| Población vulnerable por carencias sociales                      | 34.3              | 19368           | 1.8                       |
| Población vulnerable por ingresos                                | 7.4               | 4162            | -                         |
| Población no pobre y no vulnerable                               | 24                | 13562           | -                         |
| <i>Privación social</i>  |                   |                 |                           |
| Población con al menos una carencia social                       | 68.6              | 38730           | 2                         |
| Población con al menos tres carencias sociales                   | 15.2              | 8597            | 3.3                       |
| <i>Indicadores de carencia social</i>                            |                   |                 |                           |
| Rezago educativo   | 9.7               | 5493            | 2.4                       |
| Carencia por acceso a los servicios de salud                     | 38                | 21436           | 2.5                       |
| Carencia por acceso a la seguridad social                        | 57.2              | 32279           | 2.1                       |
| Carencia por calidad y espacios de la vivienda                   | 3.5               | 1962            | 3.2                       |
| Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda       | 4.5               | 2562            | 3.3                       |
| Carencia por acceso a la alimentación                            | 21.2              | 11942           | 2.5                       |
| <i>Bienestar</i>   |                   |                 |                           |
| población con un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo | 2                 | 6107            | 2.1                       |
| población con un ingreso inferior a la línea de bienestar        | 1.7               | 23524           | 1.7                       |

Fuente: Elaboración propia a partir de Perfiles Sociodemográficos Municipales, COESPO, Hidalgo.

### **Economía**

Entre los elementos del desarrollo de un municipio se pueden encontrar las características económicas. Por ello se establecen criterios que permiten una adecuada interpretación de la información. Para el caso de Zempoala se observa que, a partir de la población de 12 años y más (considerada económicamente activa), la cual representa el 62%, de los cuales el 98% de ella se encuentra ocupada, es decir, se encuentra inmersa en alguna de las actividades, unidades y/o sectores económicos. Como se puede observar en el Gráfico 11, la población masculina en edad económica tiene mayor presencia y ocupación en los sectores al representar el 97.6%, mientras que el 98.4% de la población femenina se limita a participar en la producción económica.

**Gráfico 11.** Población económica y no económicamente activa, Zempoala 2020



Fuente: Elaboración propia a partir datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021)

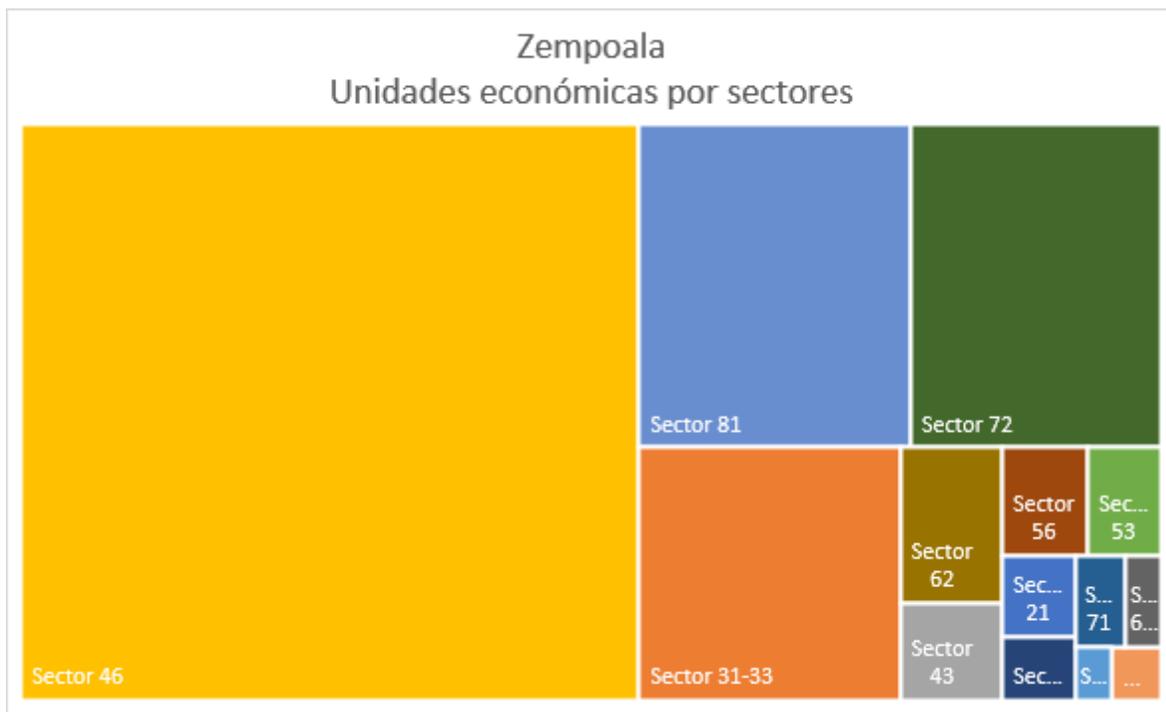
A diferencia de lo anterior, el 37.8% corresponde a la población no económicamente activa donde se encuentran grupos poblacionales de pensionados y/o jubilados, personas limitadas por alguna condición física o mental de manera permanente, estudiantes, así como jefes del hogar sin percepción de ingresos donde los estudiantes y las personas que se dedican a los quehaceres del hogar representan el 81.12% de la población no económicamente activa.

Al igual que todos los municipios del estado de Hidalgo, Zempoala mantiene distribuidos los ingresos de la población en principalmente tres sectores económicos (primario, secundario y terciario sin incorporar el sector profesional o cuaternario).

Dentro de las actividades económicas y sus divisiones correspondientes, se encuentran establecidas unidades económicas que permiten ser referentes de la parte productiva de la economía. Dentro del municipio se concentra un total de 18 sectores económicos de los cuales se pueden identificar un total de 211 unidades económicas dispersas en la demarcación territorial, de las cuales, el sector 46 correspondiente a actividades orientadas en el comercio al por menor funge como dominante económico con presencia de aproximadamente 108 unidades mientras que, los sectores 71 (servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos), 54 (servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos) y 56 (servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y

servicios de remediación) y 53 (servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles) concentran de a 5 unidades en el total territorial fungiendo como la menor presencia económica (refiriendo al total de actividades).

**Gráfico 12.** Total de unidades por sectores económicos, Zempoala, 2020.



|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| Sector 11    | Agricultura,             |
| Sector 21    | Minería                  |
| Sector 22    | Generación, transmisión, |
| Sector 23    | Construcción             |
| Sector 31-33 | Industrias               |
| Sector 43    | Comercio al              |
| Sector 46    | Comercio al              |
| Sector 48-49 | Transportes,             |
| Sector 51    | Información              |
| Sector 52    | Servicios                |
| Sector 53    | Servicios                |
| Sector 54    | Servicios                |
| Sector 56    | Servicios de             |
| Sector 61    | Servicios                |
| Sector 62    | Servicios de             |
| Sector 71    | Servicios de             |
| Sector 72    | esparcimient             |
| Sector 81    | Otros                    |

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI,2019)

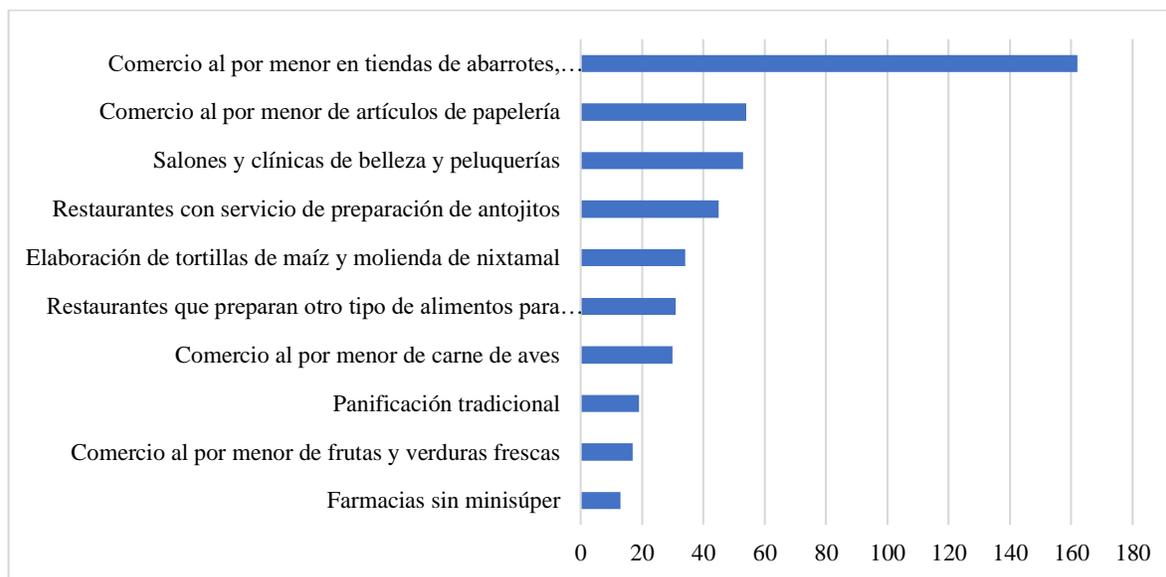
Para el adecuado funcionamiento de la economía municipal se debe de tomar en cuenta la mano de obra por lo que se contabiliza el total de personal ocupado por cada uno de los sectores, así como la remuneración por la fuerza laboral. Al periodo 2019, el sector económico 46 (correspondiente a comercio al por menor) concentra el mayor número de

empleados dependientes con el 45.7%, seguido del sector 31-33 (industrias manufactureras) con el 12.5% de la población laboral de la entidad municipal, mientras que los sectores con menor participación de personal y de remuneración (debido a la poca presencia en el municipio y que la mano de obra corresponde a personas propietarias y/o accionistas) son el 62 (servicios de salud y de asistencia social) y 53 (servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles).

Del total de los ingresos por sector, el 46 y sus diversas clases de unidades económicas representa el 85.8% con un ingreso de \$336 M MX, seguido del sector 31-33 con el 11.2% con \$43.7 M MX. Sin embargo, se puede destacar que los sectores con menores ingresos son el sector 81 (Otros servicios excepto actividades gubernamentales) con \$1,51 M MX, el sector 62 (servicios de salud y de asistencia social) con \$816 mil MX, y el sector 56 (Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación) con \$712 mil MX.

Al desagregar las actividades y sectores, se puede definir que Zempoala concentra un total de 1,263 unidades económicas distribuidas dentro del territorio que van de la generación y procesamiento de alimentos hasta la prestación de servicios en instituciones educativas, gubernamentales y empresariales (por mencionar solo algunas). Dentro de las unidades se puede desagregar por clase de unidad económica donde se determina que 10 de las clases concentran el 36.26% del total de unidades dominantes destacando el comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas, salones y artículos de papelería, así como clínicas de belleza y peluquerías.

**Gráfico 13.** Clase y total de unidades económicas con mayor actividad en el municipio de Zempoala 2020



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI,2019)

Refiriendo al total de unidades económicas y su clase, se puede establecer que, de las 1,263 unidades, 1,169 concentran un margen de estrato personal ocupado de 0-5 personas empleadas por unidad siendo el dominante municipal y refiriendo una extensa relación con el sector económico 46. A diferencia de éste, las unidades con menor estrato personal ocupado se localizan en los rangos de 251 y más con un aproximado de 2 unidades siendo principalmente grandes empresas dedicadas a la construcción de carreteras y puentes y autotransporte de carga especializada.

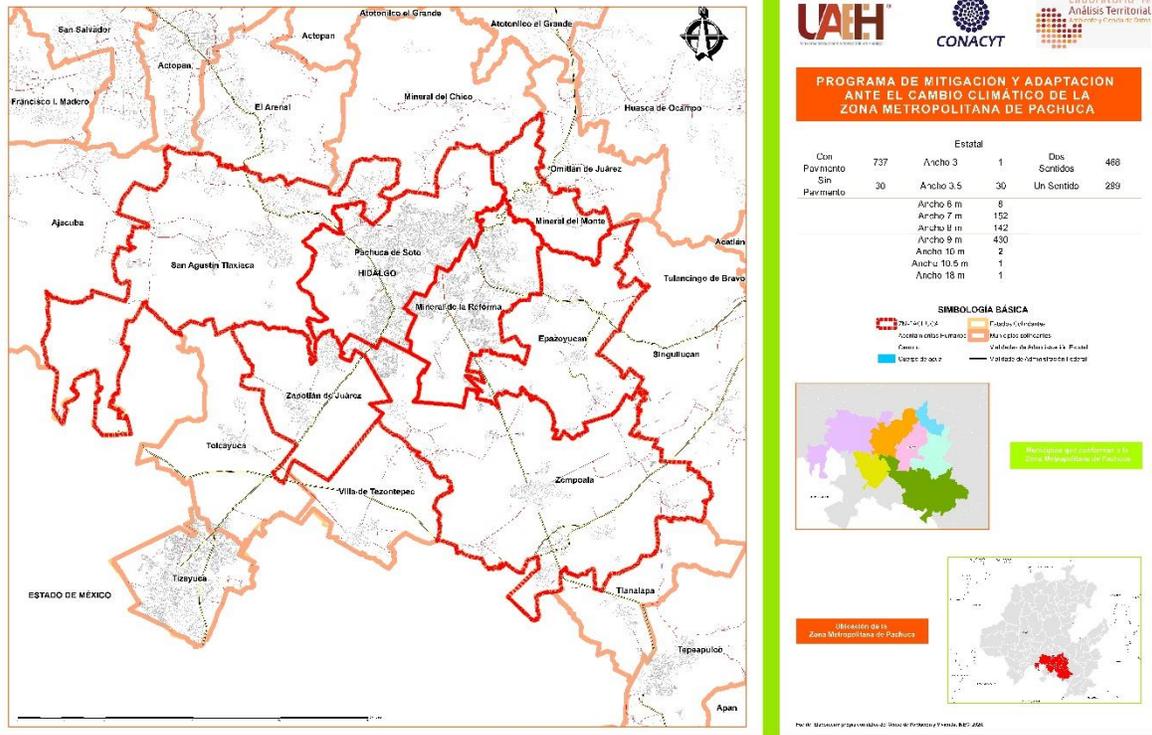
### **Movilidad, transporte y vías de comunicación**

De acuerdo con información del INEGI, la red carretera del municipio consta de 37.2 kilómetros totales, de los cuales 43.9 kilómetros son de vías federales, 26.6 kilómetros de carreteras estatales, 61.1kilómetros son de la modalidad caminos rurales y 22.6 kilómetros son de brechas mejoradas.

El municipio no cuenta con infraestructura y equipamiento mercantil (terminal de autobuses) con líneas de transporte clasificadas en vertientes foráneas (acceso a otras entidades federativas), pero si cuenta con una terminal local con líneas sub-urbanas y urbanas

(acceso a municipios, comunidades y localidades principalmente) donde puede ser utilizado servicios de transporte A (taxis y servicios de traslado privado) y B (autobuses o vagonetas).

Mapa 3- Vialidades estatales y federales, Zempoala, 2020



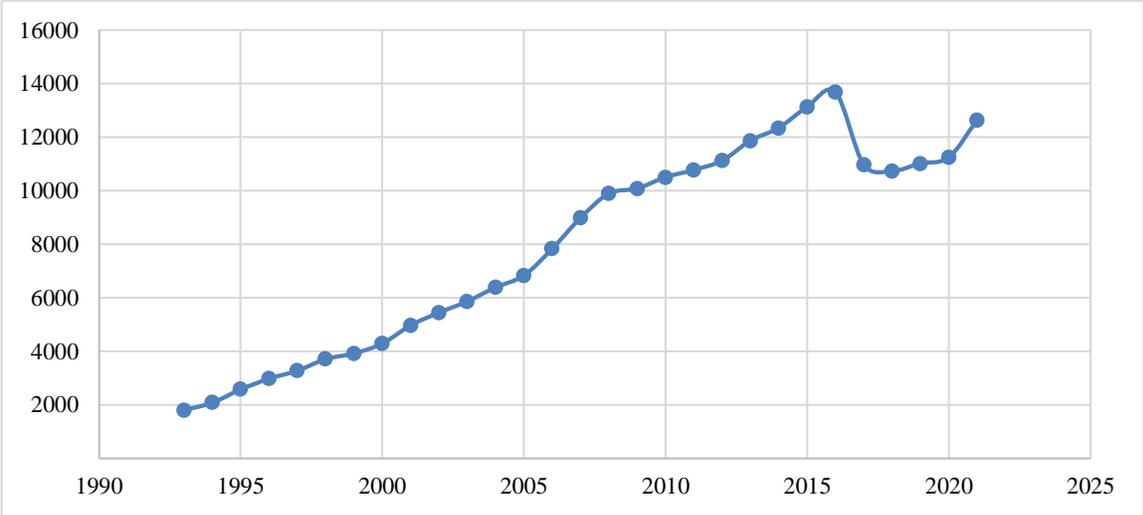
Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Marco Geoestadístico (INEGI,2021A).

Una de las principales fuentes de emisión de GEI se concentra en los vehículos automotores que funcionan con base en combustibles fósiles, las cuales generan principalmente Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos no quemados (HC). Para emitir un diagnóstico eficiente sobre dichas emisiones es necesario contar con un padrón actualizado que identifique y clasifique a todas las unidades existentes de cada una de los diferentes tipos; esta acción es necesaria para iniciar un proceso de mitigación al cambio climático.

La principal causa en el incremento de las diversas emisiones contaminantes ya mencionadas es que el uso de vehículos móviles ha ido en constante aumento; para ilustrarlo se muestra en el Gráfico 14 que de 1990 al 2021 las fuentes motorizadas crecieron de forma acelerada, llegando un punto máximo de vehículos en circulación en el año 2016 con un total de 13,686 motores registrados en el municipio en cualquiera de las dos categorías (por su uso

siendo vehículos particulares y por uso mercantil de pasajeros o de carga), monto que cayó significativamente en el año 2017 y cuya caída se reforzó en el periodo de la pandemia por Covid-19 en el periodo 2020-2021.

**Gráfico 14.** Vehículos registrados y en circulación por año, Zempoala 1990-2021



Fuente: Elaboración propia a partir del Subsistema de información económica (INEGI, 2021B)

Una de las principales fuentes de emisión de GEI se concentra en los vehículos automotores que funcionan con base en combustibles fósiles, las cuales generan principalmente Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos no quemados (HC), principalmente y para emitir un diagnóstico eficiente sobre dichas emisiones es necesario contar con un padrón actualizado que identifique y clasifique a todas las unidades existentes de cada una de los diferentes tipos; esta acción es necesaria para iniciar un proceso de mitigación al cambio climático.

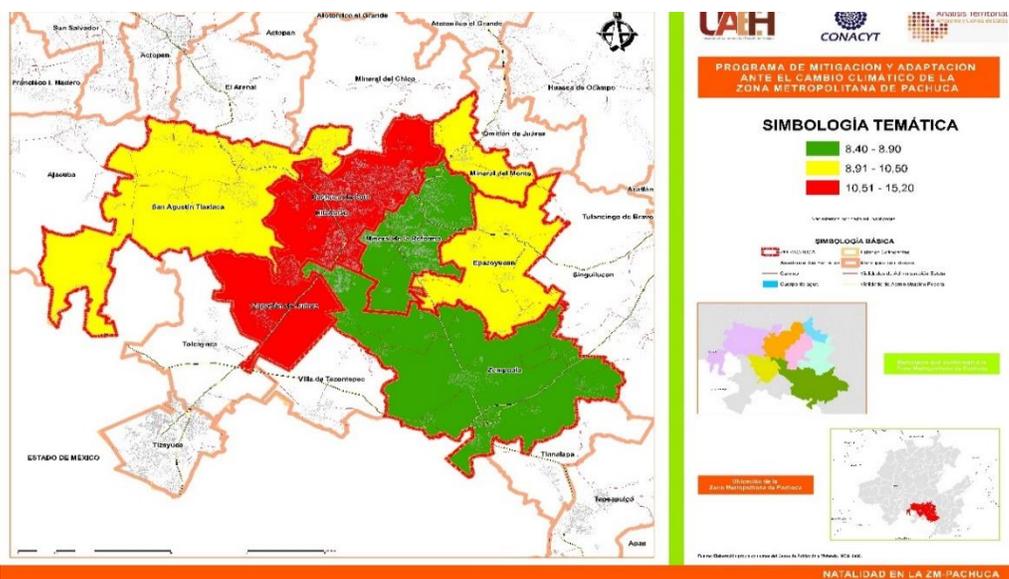
Para el año 2021 se contabilizan por tipo de vehículos un total 8,943 automóviles (incluyendo privados, de uso mercantil como taxis concesionados, etc.), 4 camiones con servicio de pasajeros, 2,799 camiones y camionetas destinadas para carga mercantil o de cualquiera otra índole y, por último, 889 vehículos de dos ruedas específicamente motocicletas.

## INDICADORES DE LA ZONA METROPOLITANA DE PACHUCA

En los últimos estudios sobre zonas metropolitanas publicadas por CONAPO, INEGI y SEDESOL, consideran que en el estado de Hidalgo existen tres zonas metropolitanas: Pachuca, Tula y Tulancingo. A su vez la de Pachuca se conforma por los municipios de Epazoyucan, Mineral del Monte, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, San Agustín Tlaxiaca, Zapotlán de Juárez y Zempoala.

Con un total de 438,692 habitantes, una tasa de crecimiento media anual de 2.8% y con una superficie de 1,202 Km<sup>2</sup>., con 80.6 Hab/ha de densidad media urbana para el año 2005; y 512,196 habitantes, una tasa de crecimiento anual de 3.1% y una superficie de 1 196.5 Km<sup>2</sup>., con 76.3 Hab/ha de densidad media urbana para el año 2010. Y para 2015 se cuentan con 557,093 habitantes, la tasa de crecimiento medio anual de 2010-2015 es de 1.8%, mientras que la superficie en km<sup>2</sup> es de 1 184.8 con 76.3 Hab/ha. En esta ZM llama la atención que Mineral de la Reforma está creciendo a un ritmo de 11.3% uno de los mayores del país, frente a la pérdida de población que ha tenido Mineral del Monte (-1.3%) para el año 2005, recuperándose en el 2010 con el 0.7%. Mientras que el 2015 incremento en un 3.5%. Las ciudades principales son Pachuca y Mineral de la reforma, ya que concentran 427.551 habitantes (77.17%) y mantienen una conurbación física y son municipios centrales.

**Mapa 4.** Natalidad Bruta en la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Perfiles Sociodemográficos Municipales (COESPO-Hidalgo, 2020)





la apertura de nuevas vías de comunicación, la habilitación de otras y la ampliación del transporte.

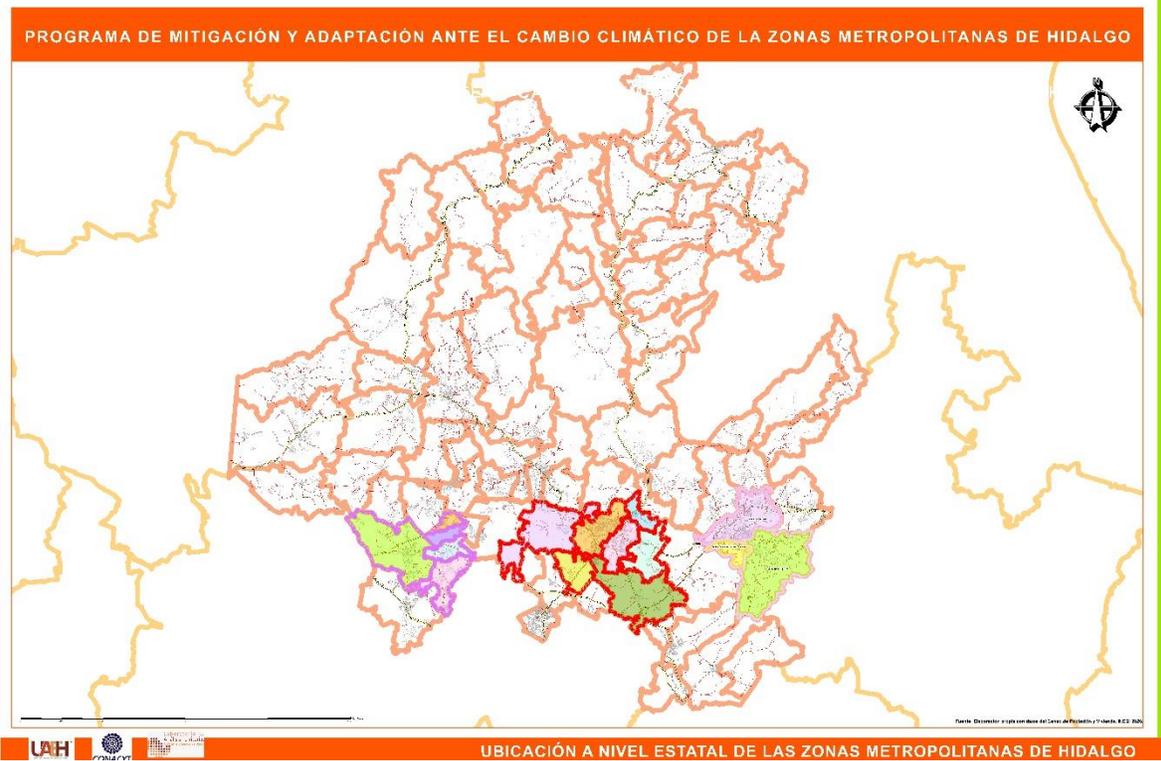
La integración de esta ZM a la Megalópolis se ha dado a través de diversos flujos de migración. Así, para el año 1990, cerca de 540 mil habitantes originarios de Hidalgo residían en otra entidad del país, concentrándose mayormente en el Estado de México (40.29%) y el D. F. (35.40%); en Veracruz (5.14 %) y Puebla (3.47 %). En el 2005, salieron de Hidalgo 67 mil 139 personas para radicar en otra entidad. De cada 100 personas 29 migran al estado de México, 14 al Distrito Federal, 8 a Nuevo León, 7 a Querétaro, y 7 a Veracruz. A su vez en 1990 residían en Hidalgo poco más de 191 mil habitantes nacidos fuera del estado. Con esto se tuvo un saldo neto de migración absoluta ínter censal en 1990 fue negativo, con una pérdida de 348.9 mil habitantes y una tasa neta de migración absoluta interestatal de  $-17.81\%$ ; y el total de inmigrantes fue de  $9.92\%$  (194.9 mil).

Para el año 2000 la cifra de hidalguenses que vivían fuera del estado era de 599 mil, y mantenían su tendencia de la década anterior al ubicarse dentro del área urbana de la ZMVM, mayormente en el Estado de México (44.27%) y el D. F. (27.24%); en tanto los movimientos de población hacia el estado se incrementó de 2.6%, alcanzando el 12.59% con un total de 291.7 mil inmigrantes residentes en la entidad. Con esto se dio una tasa neta de migración absoluta interestatal de  $-13.59\%$  Sin embargo en 2010, llegaron en total 122 mil 511 personas a vivir a Hidalgo, procedentes del resto de las entidades del país. De cada 100 personas 40 provienen del Estado de México, 31 del Distrito Federal, 4 de Puebla, 4 de Veracruz y 2 de Jalisco.

El caso de Pachuca sigue siendo la ciudad central que absorbe cerca del veinte por ciento de la migración neta de no nativos. La población que ingresa a la ZM de Pachuca confirma los flujos de pérdida de habitantes de la ciudad central o primer entorno de la Megalópolis, por lo cual estos inmigrantes proceden del D.F. (40.33%)

y del Estado de México (16.59%). Los demás provienen en menor medida de Veracruz, Puebla, Tlaxcala y Querétaro (suman cerca del 20%).

**Mapa 7.** Zonas metropolitanas del Estado de Hidalgo



Fuente: Elaboración propia a partir de Perfiles Sociodemográficos Municipales (COESPO-Hidalgo, 2020)

## **LA AGENDA AMBIENTAL EN LA ZONA METROPOLITANA DE PACHUCA**

Para poder tener un resultado óptimo de la Política Estatal de Cambio Climático es necesario partir de los últimos acuerdos de la COP26 y de los compromisos y acciones que el Gobierno de México ha realizado ante el Cambio Climático y comprender los aciertos y errores del proceso de implementación de la Estrategia Estatal de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo (EEMACCH), esto con la finalidad de tener un orden coherente y se pueda articular una *Agenda Ambiental* para las Zonas Metropolitanas (ZM) de Pachuca, Tula y Tulancingo y que posteriormente sea la base de la política climática del estado y se redistribuya el modelo en las diferentes regiones y ZM del país, esto claro, respetando las características espaciales, ambientales, geográficas, económicas, sociales y culturales de cada una de ellas. En este sentido, los compromisos de la COP26 y las acciones del Gobierno de México ante el Cambio Climático son las siguientes:

**Cuadro 4.** Compromisos de la COP26 y del Gobierno de México para atender los efectos adversos del Cambio Climático

| Compromisos de la COP26 |   | Compromisos del Gobierno de México* |   |
|-------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Metas                   |   | Acciones                            |   |
| 1.                      | Limitar las emisiones globales de GEI a 1.5°C.  | 1.                                  | Proyecto de modernización de 16 plantas hidroeléctricas. Busca la renovación de turbinas y el incremento de la producción de energía limpia en 2085 GWh anuales.  |
| 2.                      | Reducir las emisiones de metano $CH_4$ al 45% con meta al 2050.   | 2.                                  | PEMEX destinará una inversión de 2000 millones de dólares para reducir hasta en un 98% las emisiones de $CH_4$ en los procesos de exploración y producción de la industria petrolera.   |
| 3.                      | Reducir el uso del carbón como fuente de energía.   | 3.                                  | Contribuir al objetivo del 2030 de producir el 50% de vehículos de cero emisiones contaminantes, mediante la nacionalización del litio, mineral estratégico en la elaboración de baterías.  |
| 4.                      | Facilitar el financiamiento de 100,000 millones de dólares al año a los países en vías de desarrollo.   | 4.                                  | Creación de un parque solar fotovoltaico con una capacidad de 1000 MW en Puerto Peñasco, Sonora.  |
| 5.                      | Duplicar el financiamiento para la adaptación de los sectores social, ambiental y económico ya que en la actualidad es del 25%, mientras que el 75% se destina al fortalecimiento de la tecnología verde. | 5.                                  | Diálogos y compromisos con 17 empresas estadounidenses del sector energético para garantizar inversiones en generar 1854 MW de energía solar y eólica.  |
| 6.                      | Normas para cumplir los acuerdos de París en torno a los mercados de carbono.   | 6.                                  | Se explora la creación de parque solares en la frontera con Estados Unidos, así como la construcción de redes de transmisión de energía que permita exportar energía eléctrica a California y otros estados de la Unión americana.  |
| 7.                      | Fortalecer la Red Santiago a fin de reducir al mínimo las pérdidas y daños del Cambio Climático.  | 7.                                  | Alcanzar la autosuficiencia en la producción de combustibles: gasolina, diésel, turbosina. Por esto desde el 2019 se inició la modernización de 6 refinerías y se adquirió una más en Texas y se está por inaugurar otra en Dos Bocas, Tabasco.   |
| 8.                      | Bosques. Revertir la pérdida de bosques y degradación del suelo al 2030.  | 8.                                  | Procesar todo el petróleo crudo y reducir los costos de los consumidores, está en construcción una planta coquizadora en Tula, Hidalgo y se está por construir otra planta coquizadora en Salinas Cruz, Oaxaca, lo cual permitirá transformar el combustóleo en gasolinas, lo que permitirá contaminar menos.   |
| 9.                      | Metano. Reducir en un 30% las emisiones al 2030 con respecto al 2020.   | 9.                                  | Se está implementando uno de los programas de reforestación más importantes del mundo con la siembra de un millón de hectáreas de árboles frutales y maderables a lo cual se dedican 420 mil campesinos, quienes reciben un apoyo salarial permanente para cultivar sus tierras con una inversión anual de 1500 millones de dólares del presupuesto público. Lo que representa la absorción de casi 4 millones de toneladas de $CO_2$ . |
| 10.                     | Vehículos. La venta de autos debe ser de emisiones cero para el 2040.   | 10.                                 | Se mantiene el compromiso de producir para el 2024 cuando menos el 35% de toda la energía que se consume en el país de fuentes limpias y renovables.  |
| 11.                     | Financiamiento privado. Reorientación de las inversiones para que sean a fines de la COP26 y el desarrollo sostenible.  |                                     |   |

\*Decálogo que el presidente Andrés Manuel López Obrador pronunció en el Foro de las Principales Economías sobre Energía y Acción Climática. Visto en: [https://www.youtube.com/watch?v=MMkhRjN\\_Ujg](https://www.youtube.com/watch?v=MMkhRjN_Ujg).

Fuente: Extraído de los acuerdos generados en la COP26 y el Foro de las Principales Economías sobre Energía y Acción Climática. México, 2022.

Para que México alcance sus compromisos climáticos ante el mundo y que su política climática sea exitosa, no solamente es necesario de un buen diseño, sino que las acciones tanto de mitigación, como de adaptación ante los efectos adversos del Cambio Climático requieren de análisis institucionales a nivel local y regional con la finalidad de fomentar la transversalidad y la participación pública, privada y social y no solo eso, sino que la planificación de las Zonas Metropolitanas (ZM) se oriente hacia la generación de ciudades sostenibles e incluyentes y que estas se vinculen con las zonas rurales que se encuentran a sus periferias mediante prácticas de extensionismo para que se pueda propiciar una funcionalidad e integración eficiente.

En este sentido, la procuración de ciudades sostenibles e incluyentes requiere de la sinergia de todos sus elementos a fin de consolidar el sistema, para lograr lo anterior se necesita de una planificación urbana continua y permanente que parta de un diagnóstico integral de la situación actual y a partir de esto prever y actuar sobre escenarios futuros para fomentar su desarrollo sostenible (Oliver, 2020b, p. 61) y, por tanto, atender los efectos adversos del Cambio Climático mediante reversión de la pérdida de bosques y degradación del suelo, la procuración del medio ambiente y el fortalecimiento de acciones de adaptación en los sectores social y ambiental y la mitigación de los GEI. La finalidad es mejorar la calidad de vida de las personas y sus comunidades a partir de la mejora de las ciudades y las zonas rurales circundantes a fin de incrementar su equidad, sanidad y eficacia, lo cual permitirá dar cumplimiento al artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo referente al derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, lo que a su vez se reflejaría en espacios atractivos para las generaciones presentes y futuras.

Este proceso requiere de la definición de una propuesta de visión de mediano y largo plazo, estableciendo objetivos, metas, estrategias y acciones específicas, mismas que ya se han considerado en diversos estudios y propuestas internacionales que a su vez ya se han reflejado en los últimos procesos de reforma y adición en el marco jurídico mexicano relacionado a la procuración del medio ambiente y al tema climático. Para el caso que nos ocupa partiremos de una propuesta que sea aplicable en las Zonas Metropolitanas (ZM) de Hidalgo: Pachuca, Tula y Tulancingo, ya que el Sistema General de Planeación Territorial

prevé la articulación de los ordenamientos territoriales nacional, estatal, de las ZM o conurbaciones y el desarrollo urbano municipal, por lo tanto, la *Agenda Ambiental* debe alinearse a esta lógica de organización a partir de las siguientes escalas y dimensiones para las ciudades: centros urbanos, ciudades, metrópolis y megalópolis; el objetivo es mejorar su gobernabilidad, gobernanza, desarrollo urbano, uso de suelo, conservación del medio ambiente y reducción de la degradación del suelo, la mitigación de emisiones de GEI y la adaptación de sus sistemas más vulnerables ante la adversidad climática a través de una correcta planificación y gestión del territorio. Para llevar a cabo esta planificación urbana se deben organizar los diferentes mecanismos en una política sostenible que coordine los elementos sociales, económicos y medio ambientales teniendo como referente los Objetivos del Desarrollo Sostenible, el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Estatal de Desarrollo, los Planes Municipales de Desarrollo y en general los programas sectoriales de los diferentes órdenes de gobierno que toma en cuenta el Sistema Nacional de Planeación Democrática que a su vez, se refleja en los Sistemas Nacionales de Planeación como el Sistema Nacional de Cambio Climático, el Ordenamiento Ecológico General y el Sistema General de Planeación Territorial.

La base de la planeación urbana de las Zonas Metropolitanas para la cimentación de la *Agenda Ambiental* deberá contar con un diagnóstico integral que tome en cuenta los ejes medulares del desarrollo sostenible como el desarrollo urbano, gobernabilidad y el medio ambiente, todo ello en conformidad con lo establecido en la Ley de Planeación; la Ley General de Desarrollo Social; la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; la Ley General de Cambio Climático; la Ley de Aguas Nacionales; la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos; la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, así como sus pares en la legislación estatal.

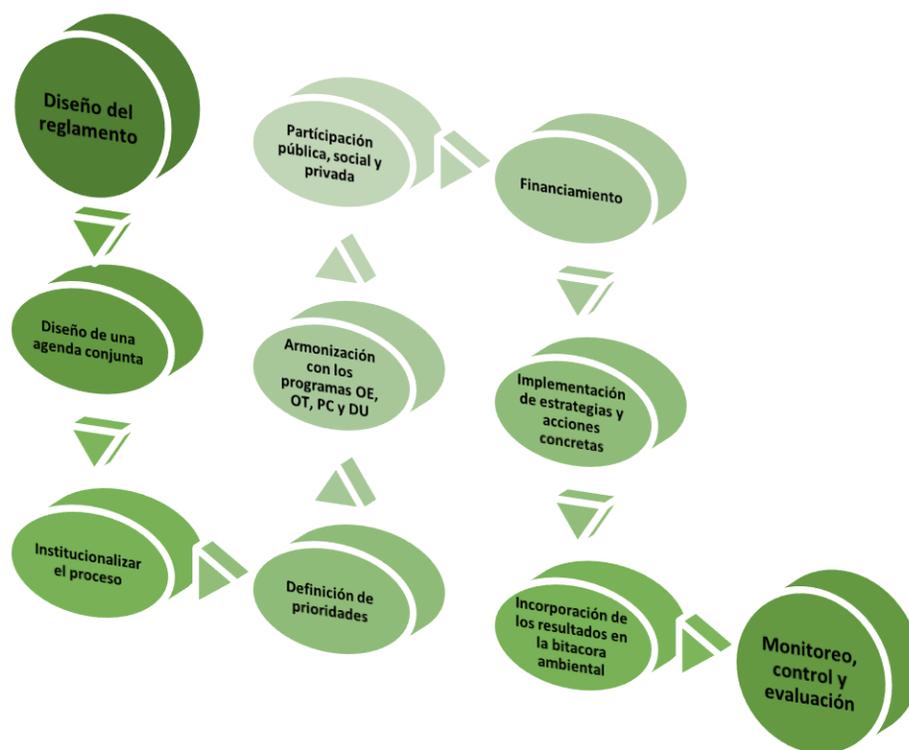
Aunado a lo anterior, es necesaria la comprensión de que el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial son herramientas enfocadas en la regulación y uso adecuado de los recursos del territorio, las cuales mantienen una relación estrecha con el cambio climático, la protección civil y el desarrollo urbano, por lo cual se requiere de una articulación donde se procure el manejo sustentable de los recursos naturales, el fomento de las actividades

económicas y la satisfacción de las demandas y necesidades sociales. Lo sustancial de lo anterior es que es sensible a diferentes escalas de aplicaciones que se deben armonizar entre sí a fin de ser detonadores de un desarrollo regional sostenible. Por lo tanto, la armonización se debe basar en los siguientes criterios complementarios:

- Análisis de actores, incluyendo los diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal).
- El análisis espacial del territorio.
- Definición de los recursos naturales, humanos, materiales y financieros del territorio.
- Las fuerzas e interdependencias del mercado.
- Definición de aporte de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI) en cada uno de los sectores y por fuente emisora.
- Homologación de los protocolos de protección civil a fin de dar respuesta eficaz y conjunta ante los escenarios de vulnerabilidad.
- Mecanismos de adaptación ante las eventualidades climatológicas a fin de hacer a las sociedades más resilientes y reducir la vulnerabilidad de los sistemas social, económico y medio ambiental.

En síntesis, lo que se busca es la armonización del ordenamiento ecológico, territorial, con los programas de cambio climático, de protección civil y desarrollo urbano por lo cual, se tiene el propósito de aprovechar los recursos que otorga el medio ambiente para potencializar las actividades económicas y así satisfacer las demandas sociales que se generan sobre el territorio, esto a la par de la reducción de emisiones de GEI y el fortalecimiento de los sistemas S1-S2-S3 para aumentar la resiliencia de la población de las Zonas Metropolitanas de Pachuca, Tula y Tulancingo, lo cual requiere que se realice a través de pasos específicos.

**Figura 7.** Pasos para la elaboración de la Agenda Ambiental



Fuente: Elaboración de Oliver, L. México, 2022.

Los pasos propuestos se encuentran prácticamente en cualquier proceso de planificación del territorio, para caso que nos ocupa, comienza con la elaboración de los reglamentos de acción ecológica y mitigación de los efectos del cambio climático, seguido del diseño de una agenda conjunta por Zona Metropolitana; la institucionalización del proceso; promoción de la participación ciudadana; la armonización de los Programas Municipales de Mitigación y Adaptación ante Cambio Climático con los programas de ordenamiento ecológico, ordenamiento territorial, protección civil y desarrollo urbano; definición de prioridades a través de un diagnóstico integral sobre ciudades sostenibles y de impacto y riesgo ambiental; implementación de las estrategias y acciones puntuales; la incorporación de los resultados en la bitácora ambiental y; el monitoreo, control y evaluación de la política ambiental municipal. De forma paralela es muy importante que se parta de los principios rectores que se sustentan en el marco jurídico aplicable sobre la materia en los cuales se basará la política:

**Figura 8.** Principios rectores para la armonización de la correcta planificación y gestión del territorio ante el Cambio Climático

|   |  |
|---|--|
| <b>Participación ciudadana</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la participación a través de los sectores privado, social, académico y de investigación con enfoque de inclusión de todos los sectores</li> </ul>  |
| <b>Transversalidad</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principalmente con la SEGOB, BIENESTAR, SHCP, SENER, SALUD, SEDATU, SADER y COANCyT y aplicado en todas las secretarías y dependencias de la administración pública estatal y municipales.</li> </ul> |
| <b>Cuidado y conservación de los ecosistemas</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A cargo de la SEMARNAT a nivel nacional en colaboración con la SEMARNATH a nivel estatal y sus pares municipales con el asesoramiento del INECC</li> </ul>  |
| <b>Ordenamiento Ecológico</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirigido por la SEMARNAT-INECC a nivel nacional y coordinado por la SEMARNATH en el estado y sus pares municipales en colaboración transversal con el INAFED y SEDATU</li> </ul>                      |
| <b>Ordenamiento Territorial</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A cargo de la SEDATU a nivel nacional coordinado por la SOPOT en el estado y sus pares municipales con la colaboración transversal del INAFED</li> </ul>  |
| <b>Cambio Climático</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A cargo de la SEMARNAT-INECC a nivel nacional en colaboración con la SEMARNATH a nivel estatal y sus pares municipales con el asesoramiento del INECC</li> </ul>                                      |
| <b>Procuración de los derechos humanos</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En conformidad con la declaración universal de los derechos humanos y los ODS</li> </ul>  |
| <b>Transparencia y acceso a la información a la formación</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar cumplimiento al artículo 69 de la ley de transparencia local y cumplir con el artículo 6 de la CMNUCC en lo referente a la educación, concientización y acceso a la información.</li> </ul>       |

Fuente: Elaboración de Oliver, L. a partir de la Ley general de cambio climático, la Ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano, la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente y la ley de aguas nacionales, la ley de transición energética y la ley general forestal sustentable y la ley general de transparencia y acceso a la información pública y las leyes locales aplicables. México, 2022.

Para darle operatividad a lo anterior, se proponen 10 pasos básicos que definirán los cursos de acción para incentivar la participación horizontal entre los gobiernos de los municipios de cada ZM, esto con la finalidad de cimentar su *Agenda Ambiental* y con ello dar un orden coherente a la acción pública y que ésta se encuentre acorde a las demandas y necesidades sociales de las ZM, a fin de potencializar sus áreas de oportunidad y que con ello se consoliden sus áreas de especialización. Los puntos propuestos son los siguientes:

- Paso 1. Diseño de los reglamentos y firma de convenios de colaboración para los ayuntamientos de las zonas metropolitanas de Pachuca, Tula y Tulancingo.
- Paso 2. Formalización de la participación y diseño de una agenda conjunta.
- Paso 3. Institucionalización de los procesos y temas de interés metropolitano.
- Paso 4. Participación pública, social y privada.

- Paso 5. Armonización de los programas municipales de minutación y adaptación ante el cambio climático con los programas de ordenamiento ecológico, territorial, desarrollo urbano y protección civil.
- Paso 6. Definición de prioridades.
- Paso 7. Fuentes de financiamiento.
- Paso 8. Implementación de estrategias y acciones concretas.
- Paso 9. Incorporación de resultados en la bitácora ambiental.
- Paso 10. Monitoreo, control y evaluación.

## LÍNEA BASE: PRIMER INVENTARIO MUNICIPAL DE CyGEI CON BASE AL ALGORITMO UAEH

### LINEA BASE

2022

**Tabla 19.** Generación de GEI municipal, Zempoala, Hidalgo, 2022

| <i>Gases de efecto invernadero (GEI)</i> | <i>Grado de contaminación (cuantiles*)</i> | <i>Totales (toneladas/año)</i> |
|--|--|--------------------------------|
| PM                                       | 32.49                                      | 32.449                         |
| SO <sub>2</sub>                          | 16.18                                      | 17.637                         |
| CO <sub>2</sub>                          | 64.16                                      | 11325.763                      |
| NO <sub>x</sub>                          | 58.28                                      | 1018.965                       |
| CH <sub>4</sub>                          | 80.40                                      | 941159.455                     |
| N <sub>2</sub> O                         | 64.27                                      | 8157.338                       |

*\*Nota: Los cuantiles son una medida estadística descriptiva de la información analizada, donde cada cuantil, representa el 25 por ciento hasta sumar cien.*

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de Información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

En la producción de GEI de este municipio, en una escala basada en cuantiles, resalta por su mayor proporción el metano, luego del Óxido Nitroso y el bióxido de carbono. Las fuentes de GEI en Zempoala, son diversas, mismas que se desglosan en las siguientes tablas y gráficos.

**Tabla 20.** Fuentes Principales De La Generación De GEI a nivel municipal

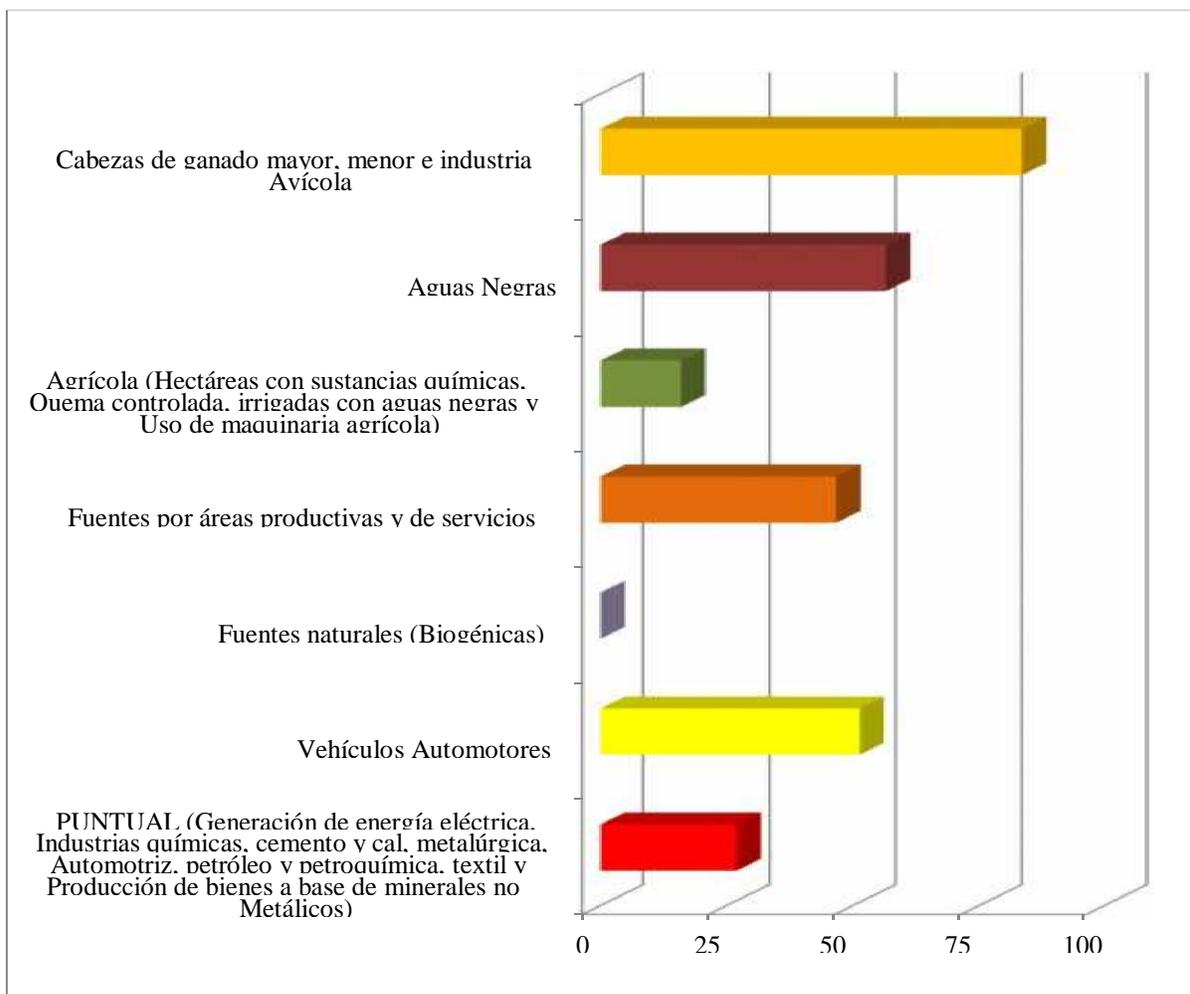
| <i>Fuentes principales de la generación de GEI</i>   | <i>Grado de Contaminación (cuantiles)</i> |
|--|---|
| Puntual (Generación de energía eléctrica, industrias química, cemento y cal, metalúrgica, automotriz, petróleo y petroquímica, textil y producción de bienes a base de minerales no metálicos) | 26.96                                     |
| Vehículos Automotores  | 51.31                                     |
| Fuentes naturales (Biogénicas)   | 0.00                                      |
| Fuentes por áreas productivas y de servicios   | 46.65                                     |
| Agrícola (Hectáreas con sustancias químicas, quema controlada, irrigadas con aguas negras y uso de maquinaria agrícola)  | 15.93                                     |
| Aguas Negras   | 56.55                                     |
| Cabezas de ganado mayor, menor e industria avícola   | 83.50                                     |

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

En la tabla anterior se muestra que la actividad pecuaria en Zempoala, contribuye con un alto porcentaje de generación de gases, seguido por la utilización de aguas negras en la

irrigación agrícola y el uso de vehículos automotores. Para este caso, no se considera el propósito del ganado (carne o leche) o de la producción avícola (carne o huevo), porque se cuantificó el número de animales en pie porque son generadores de excretas. (Grafica siguiente).

**Gráfico 15.** Fuentes generadores de GEI en el municipio de Zempoala, Hidalgo 2022



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

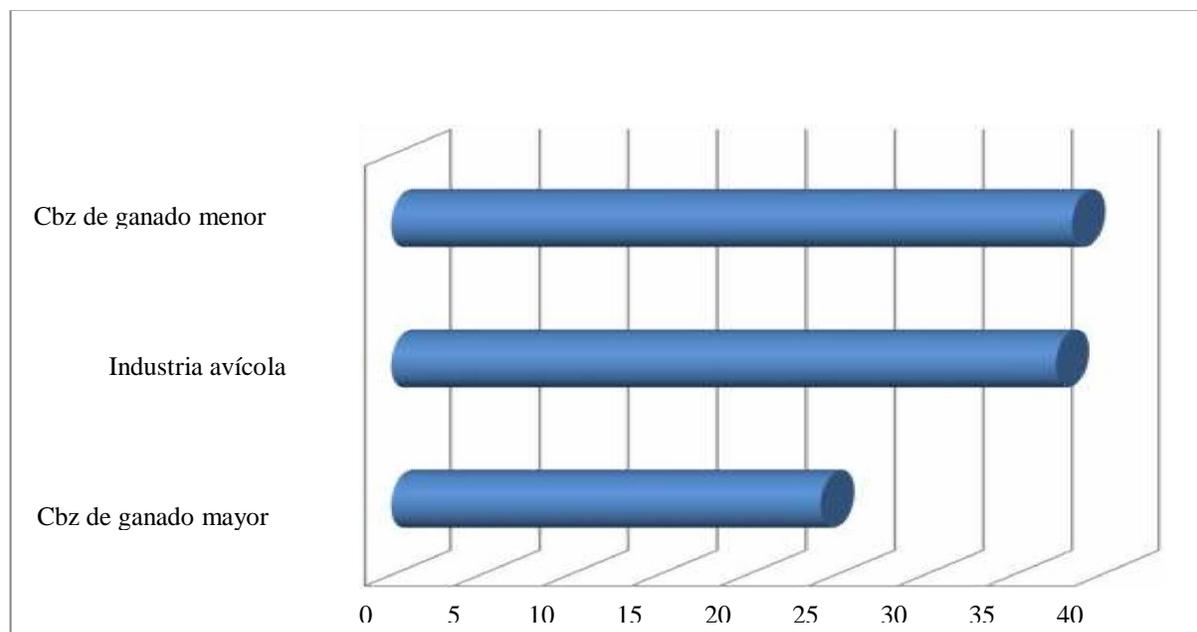
**Tabla 21.** Fuentes de GEI de acuerdo a actividad ganadera en Zempoala, Hidalgo

| <i>Ganaderia</i>        | <i>Proporción (cuantiles)</i> |
|-------------------------|-------------------------------|
| Cabezas de ganado mayor | 24.20                         |
| Industria avícola       | 37.44                         |
| Cabezas de ganado menor | 38.37                         |

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

La mayor fuente productora de GEI, es la actividad ganadera, para este trabajo agrupa el número de cabezas, sin distinción de su propósito (producción de carne o leche), lo mismo que en la industria avícola (producción de carne o huevo), solo se cuantificó el número de animales en pie. En Zempoala, la industria avícola resulta la mayor generadora de GEI.

**Gráfico 16.** Fuentes de GEI de acuerdo a actividad ganadera en Zempoala, Hidalgo



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

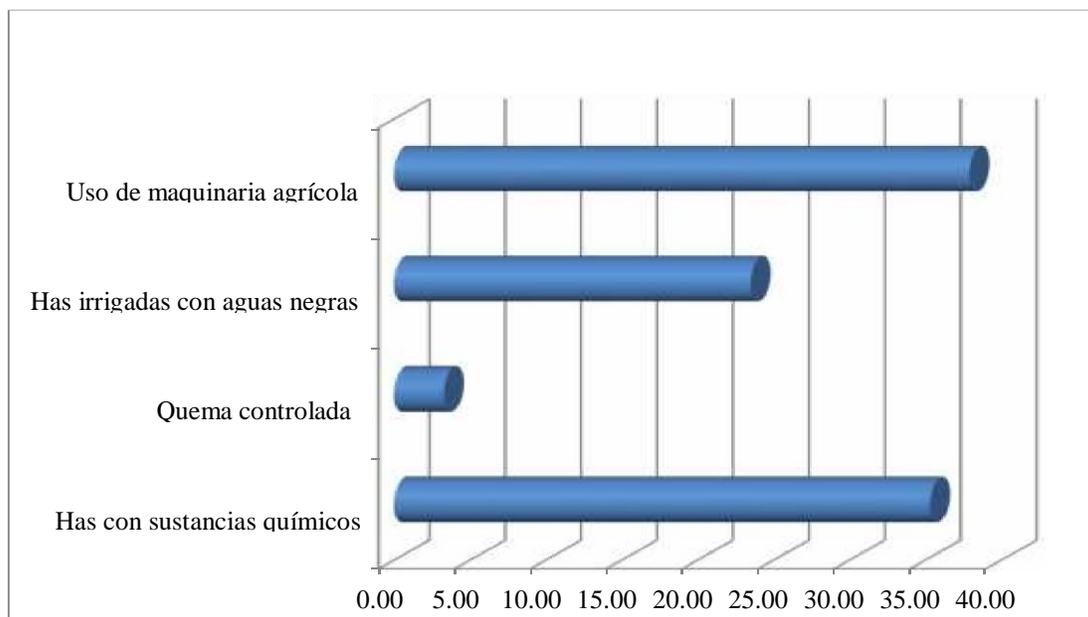
**Tabla 22.** Fuentes de GEI de acuerdo a actividad agrícola en Zempoala, Hidalgo

| <i>Fuentes Agrícolas Generadoras De Gei Por Actividad Agrícola</i> | <i>Proporción (Cuantiles)</i> |
|--|-------------------------------|
| Has con sustancias químicas  | 35.31                         |
| Quema controlada   | 3.27                          |
| Has irrigadas con aguas negras                                     | 23.50                         |
| Uso de maquinarias agrícolas                                       | 37.91                         |

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

En la actividad agrícola, medida por el número de hectáreas, el empleo de maquinaria agrícola, seguido de la utilización de sustancias químicas (fertilizantes y pesticidas) y de aguas negras para la irrigación de cultivos, representa la fuente más alta de emisión de GEI.

**Gráfico 17.** Fuentes de GEI de acuerdo a actividad agrícola en Zempoala, Hidalgo



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

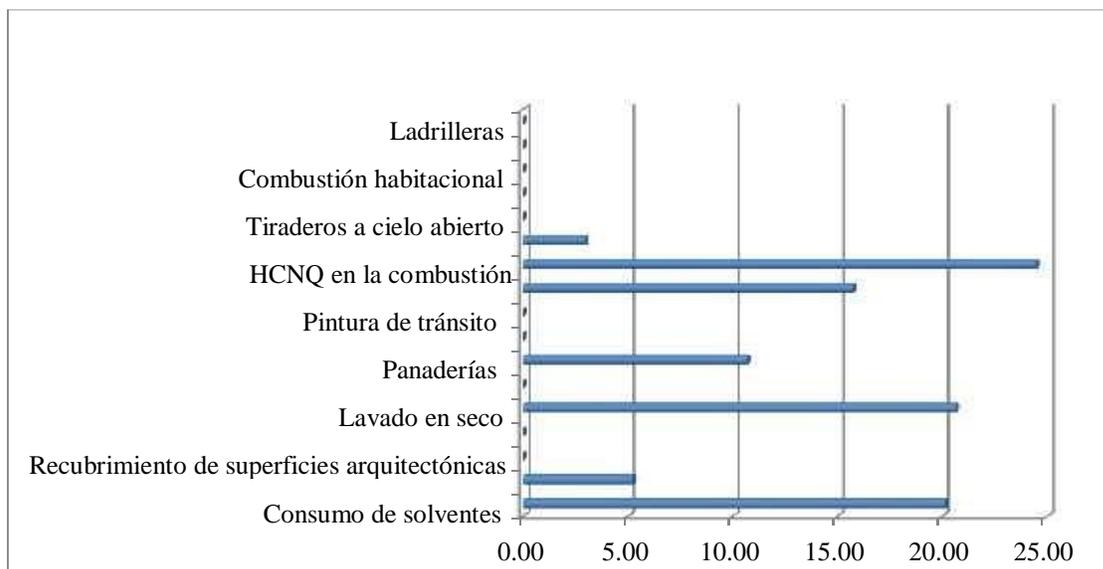
**Tabla 23.** Fuentes generadoras de GEI por Áreas productivas y de servicio en Zempoala, Hidalgo

| <i>Fuentes generadoras de gei por áreas productivas y de servicios</i> | <i>Proporción (cuantiles)</i> |
|--|-------------------------------|
| Consumo de solventes   | 20.16                         |
| Limpieza de superficies industriales                                   | 5.27                          |
| Recubrimiento de superficies arquitectónicas                           | 0.00                          |
| Recubrimiento de superficies industriales                              | 0.00                          |
| Lavado en seco   | 20.66                         |
| Artes gráficas   | 0.00                          |
| Panaderías   | 10.69                         |
| Pintura automotriz   | 0.00                          |
| Pintura de tránsito  | 0.00                          |
| Fugas de gas LP en uso doméstico                                       | 15.76                         |
| <b>HCNQ en la combustión</b>   | <b>24.48</b>                  |
| Distribución y venta de gasolina                                       | 2.98                          |
| Tiraderos a cielo abierto  | 0.00                          |
| Aplicación de asfalto  | 0.00                          |
| Combustión habitacional  | 0.00                          |
| Incendio Forestales  | 0.00                          |
| Ladrilleras  | 0.00                          |

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

Los GEI derivados de actividades productivas y de servicios, son los hidrocarburos no quemados en la combustión, que representan el nivel más alto, seguido de las fugas de gas LP doméstico.

**Gráfico 18.** Fuentes generadoras de GEI por Áreas productivas y de servicio en Zempoala, Hidalgo



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

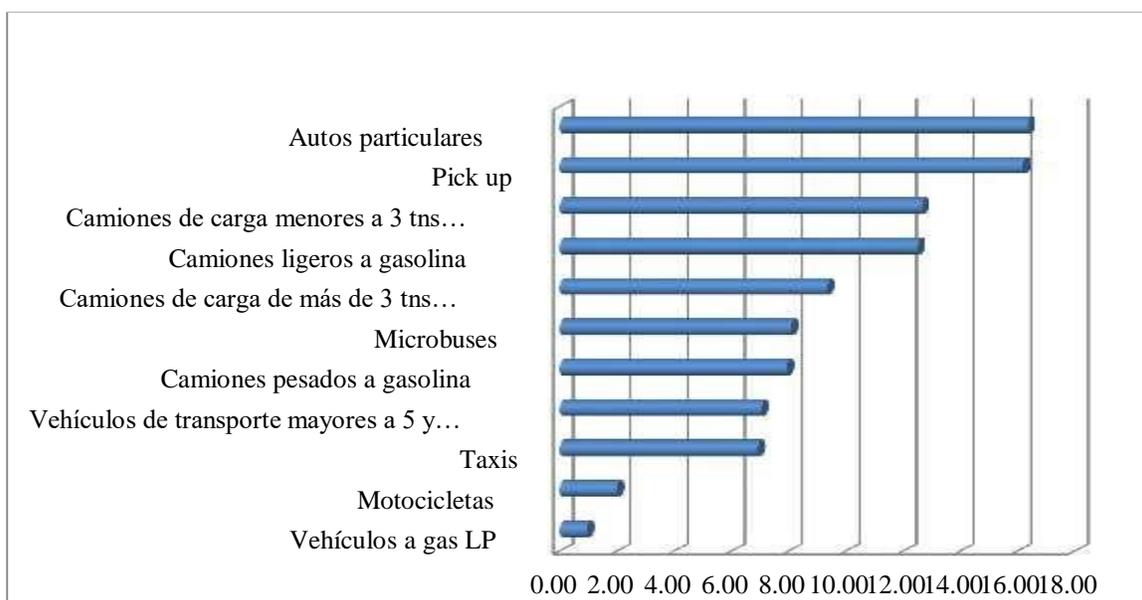
**Tabla 24.** Fuentes generadoras de GEI por vehículos automotores en Zempoala, Hidalgo

| <i>Vehículos automotores</i>                                  | <i>Proporción (cuantiles)</i> |
|---|-------------------------------|
| Vehículos a gas LP  | 0.95                          |
| Motocicletas  | 2.00                          |
| Taxis   | 6.92                          |
| vehículos de transporte mayores a 5 y menores de 15 pasajeros | 7.06                          |
| Camiones pesado a gasolina                                    | 7.93                          |
| Microbuses  | 8.08                          |
| Camiones de carga de más de 3 tns diésel                      | 9.35                          |
| Camiones ligeros a gasolina                                   | 12.50                         |
| Camiones de carga menores a 3 tns diésel                      | 12.65                         |
| Pick up   | 16.19                         |
| Autos particulares  | 16.36                         |

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

Los GEI generados por vehículos automotores de todo tipo, la proporción se considera baja, ya que se ubica en el primer cuantil. Destaca que son los autos particulares y vehículos pick up, los principales productores de GEI.

**Gráfico 19.** Fuentes generadoras de GEI por vehículos automotores en Zempoala, Hidalgo



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

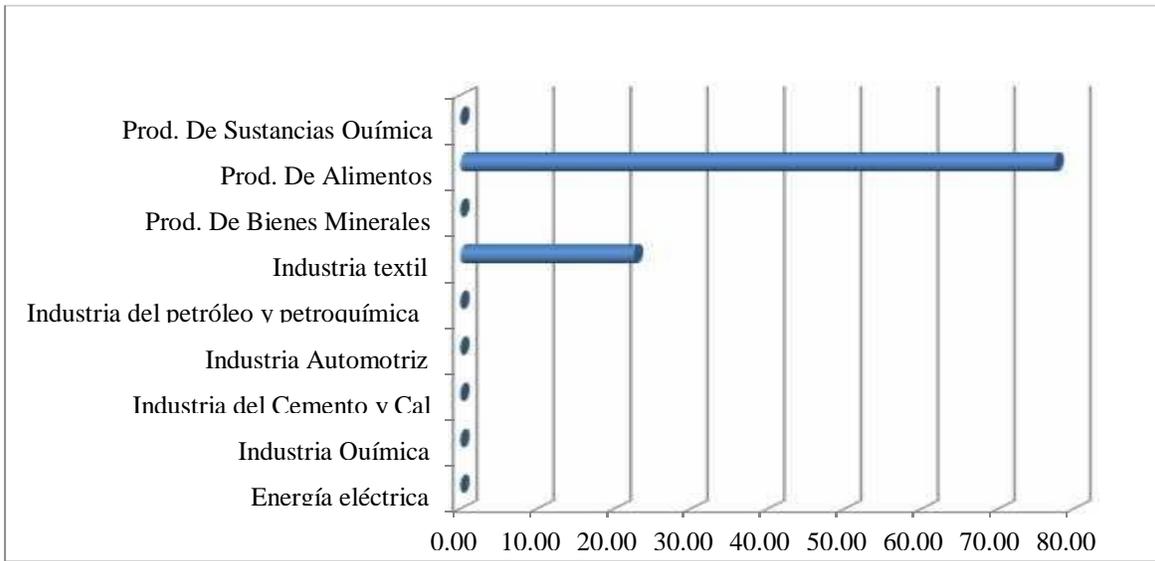
**Tabla 25.** Fuentes generadoras de GEI por generación de energía eléctrica, industrias química, cemento y cal o de la transformación en Zempoala, Hidalgo

| <i>Puntual (generación de energía eléctrica, industrias química, cemento y cal o de la transformación)</i> | <i>Totales (toneladas/año)</i> |
|--|--------------------------------|
| Energía eléctrica  | 0.00                           |
| Industria Química  | 0.00                           |
| Industria del Cemento y Cal  | 0.00                           |
| Industria Automotriz   | 0.00                           |
| Industria del petróleo y petroquímica  | 0.00                           |
| Industria textil   | 22.58                          |
| Producción de Bienes Minerales   | 0.00                           |
| Producción de Alimentos  | 77.44                          |
| Producción de Sustancias Químicas  | 0.00                           |

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

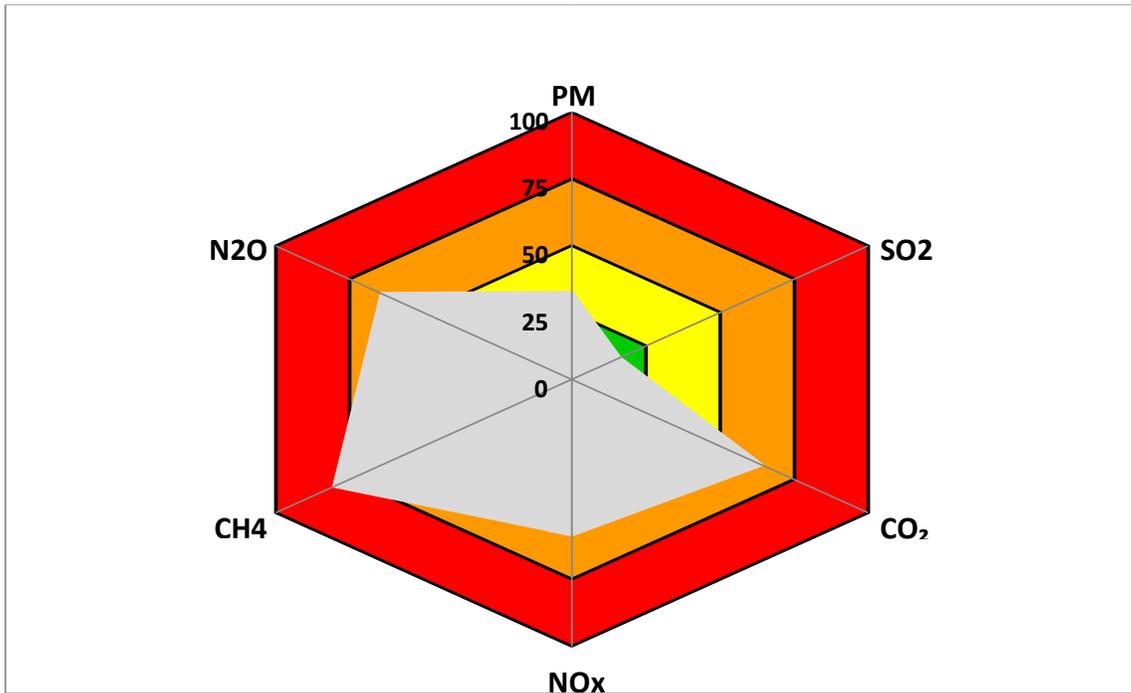
Los GEI producidos en Zempoala, se deben principalmente a la producción de alimentos, seguido de la industria textil.

**Gráfico 20.** Fuentes generadoras de GEI por generación de energía eléctrica, industria química, cemento y cal o de la transformación en Zempoala, hidalgo



Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

**Gráfico 21.** Escala de GEI producidos en el municipio de Zempoala, Hidalgo 2022



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

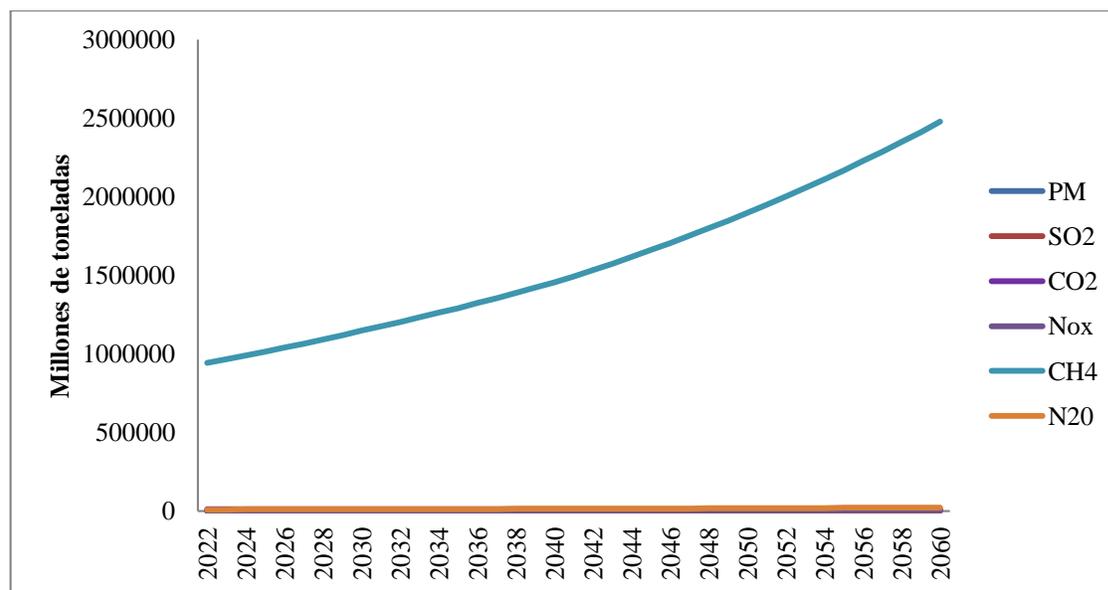
Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

El municipio de Zempoala, tiene el nivel de GEI más alto de metano, producido por la actividad ganadera y el uso aguas negras para irrigación, así como el bióxido de carbono producto de los vehículos automotores principalmente, lo que demanda una pronta intervención para evitar mayor concentración de GEI Otros gases como el óxido de nitrógeno y el óxido nitroso, presentan nivel medio alto, lo que requiere también atención para que su producción no alcance niveles críticos.

## PROYECCIONES 2022-2040-2060

De acuerdo con las proyecciones realizadas en la línea base en el municipio de Zempoala, dentro de los próximos 10, 20 y 40 años en función del año 2020, de no realizarse acciones de mitigación el metano CH<sub>4</sub> incrementará su producción de emisiones de manera significativa al triplicar la concentración de este gas (Ver Gráfico 22).

**Gráfico 22.** Prospectiva de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en toneladas-años en el municipio de Zempoala, Hidalgo 2022-2060

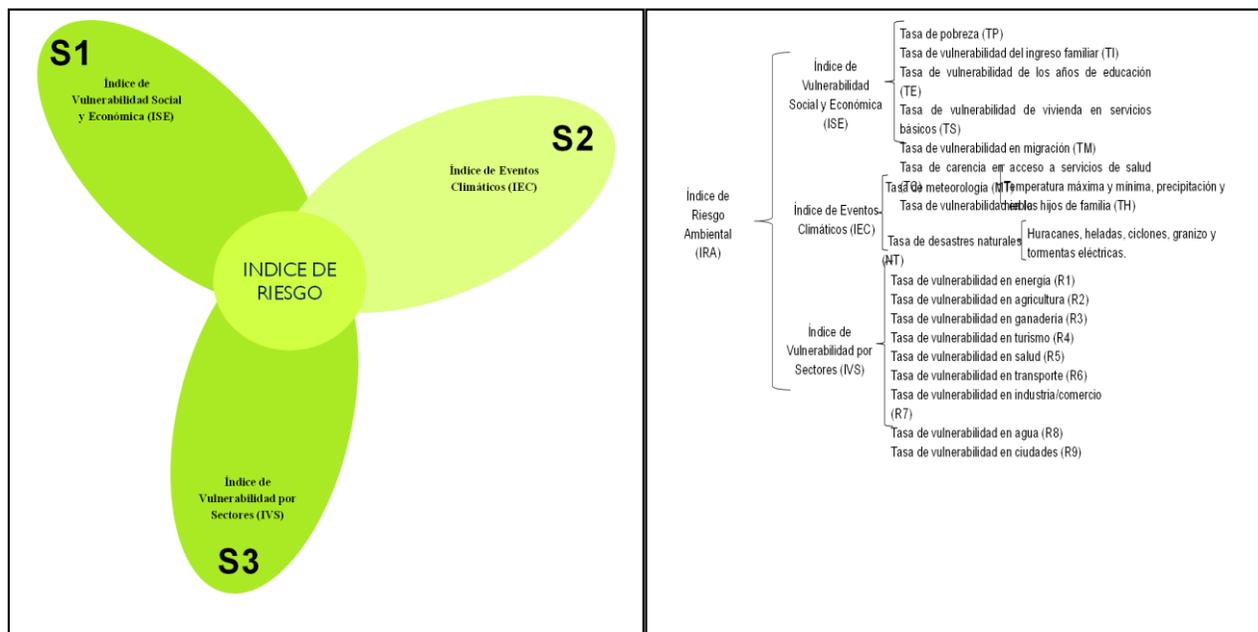


Fuente: Elaboración propia con base a la definición de Línea Base del INECC, teniendo como base el algoritmo diseñado por el Laboratorio de Análisis Territorial para la cuantificación de emisiones de fuentes antropogénicas del municipio (López, 2021). La línea base de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero es una proyección de emisiones futuras en un horizonte de tiempo, en ausencia de acciones de mitigación de emisiones. Así como lo señala la Ley General de Cambio Climático, en la cual establece que se debe generar tres escenarios de línea base dentro de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, esto es a 10, 20 y 40 años (INECC, 2022).

## Vulnerabilidad

La categoría de vulnerabilidad se diseñó con base a tres sistemas de incidencia sobre la población, territorio, bienes, economía y diversos recursos locales. En la cual se configuró con base a la siguiente matriz:

**Figura 9.** Sistemas de incidencia para identificar la vulnerabilidad



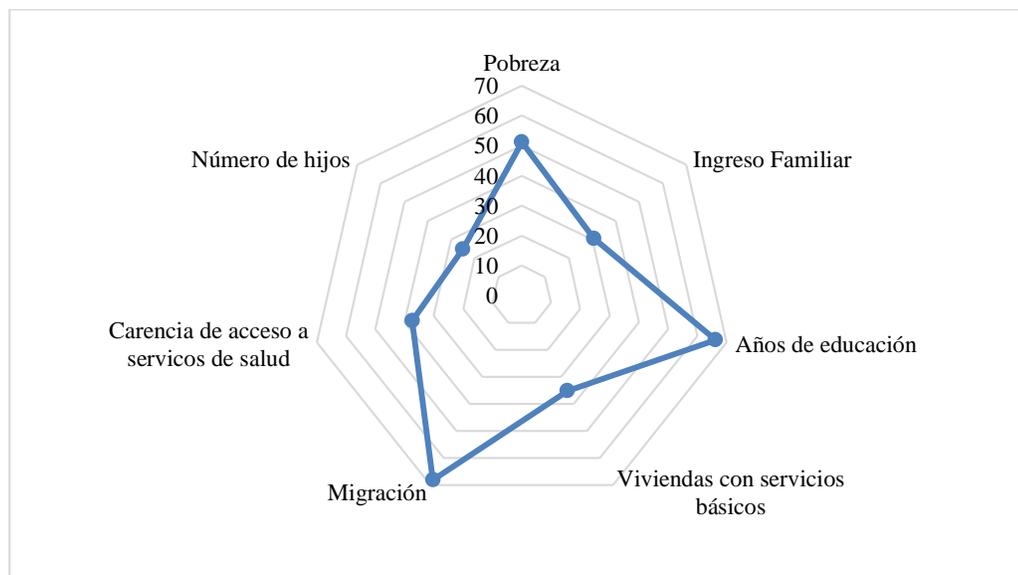
Fuente: López, S. México 2018.

En la cual, a partir de tres índices, se construye el Índice de Riesgo Ambiental (IRA). Este, integra las condiciones económicas, demográficas y variables en la cual la población se encuentra en rangos de bienestar. En tanto el índice de eventos climáticos se integra a partir de la revisión histórica de los impactos de eventos climáticos naturales sobre la misma región y la evaluación de sus costos sobre la vida, vivienda, comercio, y diversos costos de bienes perdidos por los habitantes.

Para el indicador de los sectores, se analiza cuáles fueron las diversas actividades más afectadas, en cuanto a la incidencia sobre los bienes, la posibilidad de su continuidad y desarrollo. De esta forma se integran tres Sistemas que, bajo el modelo diseñado, se define un Indicador de Riesgo. A su vez, estos sistemas se jerarquizan para definir el tipo de acciones que se deben integrar para asegurar la resiliencia de cada uno de ellos, lo que implica la focalización de la vulnerabilidad.

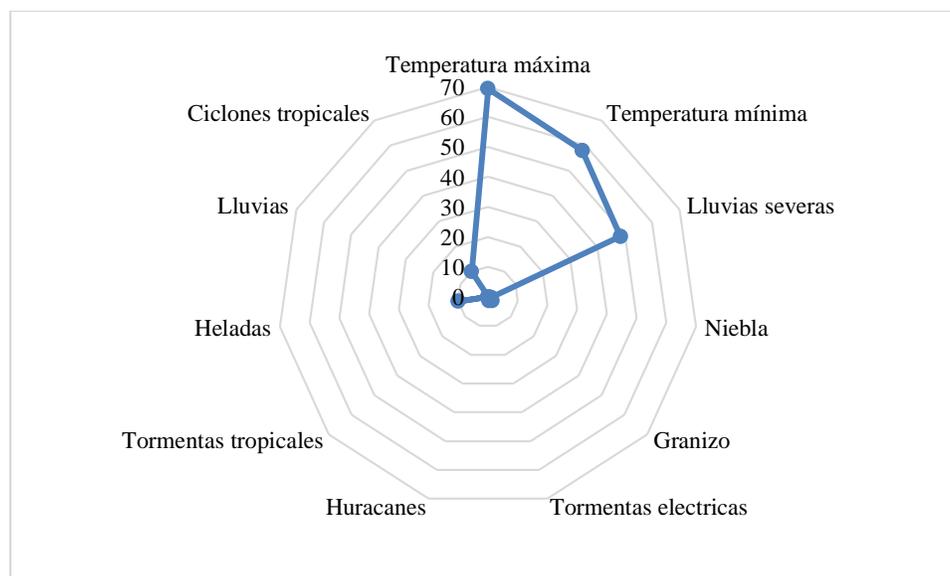
Para el caso de Zempoala esta focalización debe estar encaminada hacia:

**Gráfico 23.** Vulnerabilidad social y económica en el municipio de Zempoala, Hidalgo



Fuente: Elaboración propia con base a la definición de Línea Base del INECC, teniendo como base el algoritmo diseñado por el Laboratorio de Análisis Territorial para la cuantificación de emisiones de fuentes antropogénicas del municipio (López, 2021).

**Gráfico 24.** Vulnerabilidad ante eventos climáticos en el municipio de Zempoala, Hidalgo

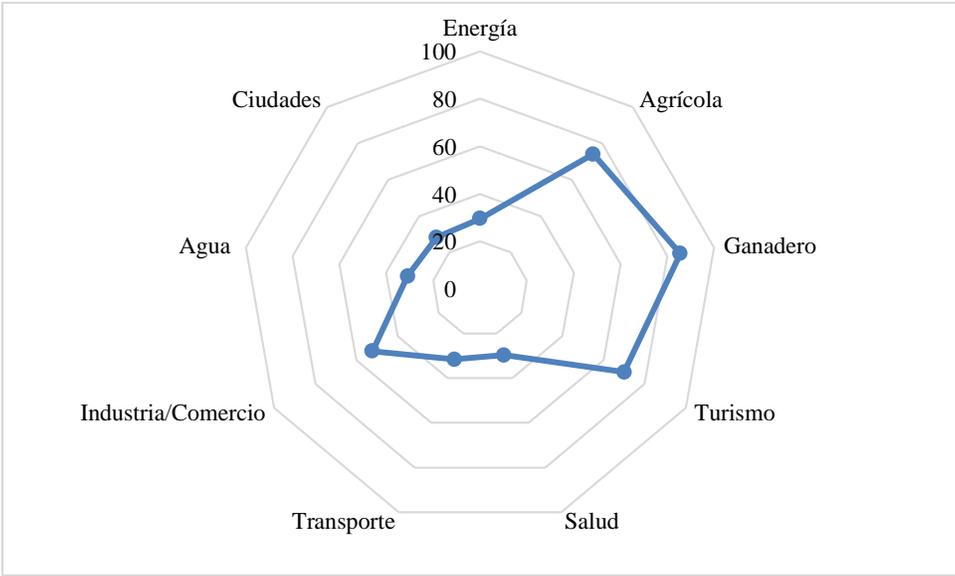


Fuente: Elaboración propia con base a la definición de Línea Base del INECC, teniendo como base el algoritmo diseñado por el Laboratorio de Análisis Territorial para la cuantificación de emisiones de fuentes antropogénicas del municipio (López, 2021).

De acuerdo con el gráfico 23, para el caso de la vulnerabilidad económica y social se analizó la pobreza, ingreso familiar, años de educación, viviendas con servicios básicos, carencias en el acceso a servicios de salud y número de hijos. Dentro de este rubro en el municipio de Zempoala destaca la pobreza, los años de educación y la migración al ser los elementos más vulnerables dentro de esta categoría de análisis. Por lo que los esfuerzos se deben concentrar en estrategias que fortalezcan la resiliencia en estos rubros a través de acciones de adaptación.

La segunda categoría de análisis es la vulnerabilidad ante los eventos climáticos, para este caso se analizaron temperatura máxima, temperatura mínima, precipitaciones, nieblas, granizos tormentas eléctricas, huracanes, tormentas, Heladas, lluvias severas, ciclones, a las cuales ha estado expuesto el municipio de Zempoala. Dentro de este rubro los elementos a los que el municipio presenta mayor vulnerabilidad tanto como a las temperaturas máximas y mínimas como a las lluvias severas. Los anterior nos indica que se deben diseñar estrategias y acciones enfocadas en incrementar la resiliencia ante estas eventualidades climatológicas.

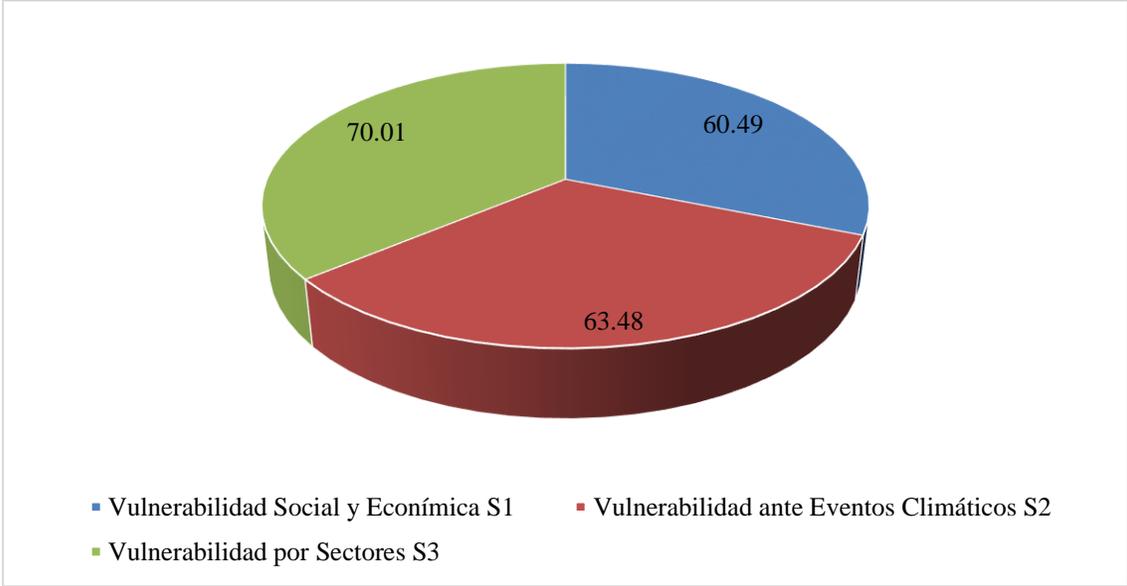
**Gráfico 25.** Vulnerabilidad por sectores en el municipio de Zempoala, Hidalgo



FUENTE: Elaboración propia con base a la definición de Línea Base del INECC, teniendo como base el algoritmo diseñado por el Laboratorio de Análisis Territorial para la cuantificación de emisiones de fuentes antropogénicas del municipio (López, 2021).

Para la categoría de análisis de la vulnerabilidad por sectores se analizaron los sectores energía, agrícola, ganadero, turismo, salud, transporte, industria-comercio, agua y ciudades. En cuanto a este rubro el municipio de Zempoala presenta mayor vulnerabilidad en los sectores agrícola, ganadero, turismo e industria y comercio. Al igual que en las categorías de análisis anteriores los esfuerzos para incrementar la resiliencia de esta categoría los esfuerzos se deben concentrar en los puntos de mayor vulnerabilidad antes descritos.

**Gráfico 26.** Resumen general por tipo de vulnerabilidad en el municipio de Zempoala, Hidalgo



Fuente: Elaboración propia con base a la definición de Línea Base del INECC, teniendo como base el algoritmo diseñado por el Laboratorio de Análisis Territorial para la cuantificación de emisiones de fuentes antropogénicas del municipio (López, 2021).

La evaluación de vulnerabilidad para Zempoala nos señala que es alta, pues el Índice de Riesgo Ambiental alcanzó una ponderación de 55.99 unidades, dentro de una escala de cero a cien, siendo cero muy alta vulnerabilidad y cien muy baja vulnerabilidad, en este sentido, el sistema de vulnerabilidad económica y social el de mayor vulnerabilidad al obtener una puntuación de 39.50 unidades, pero que se mantiene en comparación a los demás municipios del estado de Hidalgo, es una vulnerabilidad baja, según la siguiente escala y distribución.

|                                 |                                 |                                |                       |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Índice Económico<br>39.50<br>S1 | Índice Climático<br>63.48<br>S2 | Índice sectores<br>70.01<br>S3 | RIESGO<br>55.99<br>IR |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|

## **EVALUACIÓN INTEGRAL DE EMISIONES DE CyGEI Y CALIDAD DEL AIRE EN ZEMPOALA**

### **SEGUNDO MODELO DE INVENTARIO MUNICIPAL DE CyGEI-UAEH**

El inventario se realiza con base a los elementos anteriores de Línea Base e inventario de CyGEI de Zempoala, y a partir del modelo de mediciones en tiempo real con el equipo del Sniffer 4D-V2, y Medidor Manual de CEM, uso de Plataforma, SIG y la metodología y equipo del Laboratorio de Análisis territorial, en la cual se hace el análisis por unidades de emisiones municipales. Y siguiendo un plan de levantamiento de información en coordinación con las autoridades municipales y estatales del medio ambiente.

### **EMISIONES CYGEI - PDMCA V1.0.**

### **PROTOTIPO DE MEDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE V1.0.**

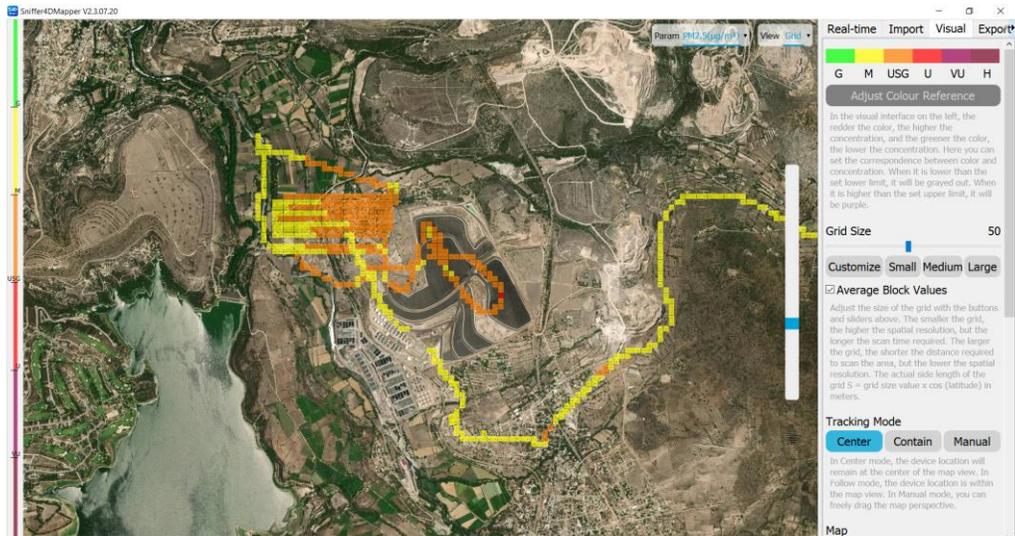
La contaminación del aire se ha convertido en uno de los principales problemas de México y del mundo; hoy en día se sabe que está directamente relacionado a problemas de salud y disturbios ambientales. En las grandes ciudades y las zonas industriales del territorio nacional se identifican como algunas de las fuentes principales en el país. La variedad de las fuentes emisoras, la dinámica y características físico químicas de los contaminantes en la atmósfera, los efectos sobre la salud y los ecosistemas, vuelven muy difícil la evaluación y norma de los mismos. Tener programas, sistemas y modelos adecuados de medición de la calidad del aire se vuelve clave para tener un control y una herramienta con la cual se pueda incidir y mitigar.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que los datos de calidad del aire que se generan en el país, tanto en las redes de monitoreo urbanas como en las estaciones fijas deben tener una administración integral de los datos de calidad del aire que se generan en el país, sin importar si son de gobierno o de iniciativa privada.

#### **Equipo**

El equipo utilizado en las pruebas de campo es el sensor Sniffer 4d v2 en su versión terrestre montada en un vehículo y su versión aérea montada en un drone Mavic 3 o Matrice 300. De igual forma se utiliza el software Sniffer4DMapper V2.3.07.20.

**Imagen 1.** Captura geoespacial de Sniffer 4v-2D



Fuente: Imagen tomada del acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis territorial Ambiente y Ciencia de Datos.

**Imagen 2.** Sniffer montado en vehículo



Fuente: Tomada del acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis territorial Ambiente y Ciencia de Datos.

**Imagen 3.** Sniffer montado en drone Matrice 300.



Fuente: Tomada del acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis territorial Ambiente y Ciencia de Datos.

### **Método automático**

El equipo Sniffer se clasifica de acuerdo al Manual 1 de; “Principios de Medición de la Calidad del Aire”(SINAICA, s.f.); como automático. Este permite llevar a cabo mediciones de forma continua para concentraciones horarias y menores. El espectro de contaminantes que se pueden determinar va desde los contaminantes criterio (PM10-PM2.5, CO, SO2, NO2, O3, CO2) y algunos compuestos orgánicos volátiles. Este método tiene como ventaja que una vez cargada la muestra al sistema nos da las lecturas de las concentraciones de manera automática y en tiempo real. Los equipos disponibles se clasifican en: analizadores automáticos y monitores de partículas. Siendo el Sniffer una combinación de ambos determinando concentraciones de gases y a su vez midiendo la concentración de materia particulada (PM).

### **Especificaciones técnicas.**

Para consultar las especificaciones del equipo y el informe de calibración , se incluyen en los siguientes PDF:



Calibración Sniffer  
2022.pdf



Sniffer4D\_V2\_Compo  
nents-Specs.pdf

**Tabla 26** Índice de Calidad del Aire utilizada por el Software4DMapper

| ICA–<br>U.S,<br>estándar. | SO2<br>µg/m3 | NO2<br>µg/m3 | PM 10<br>µg/m3 | CO<br>mg/m3 | O3 µg/m3 | PM 2.5<br>µg/m3 | Color de<br>referencia. |
|---------------------------|--------------|--------------|----------------|-------------|----------|-----------------|-------------------------|
| 0                         | 0            | 0            | 0              | 0           | 0        | 0               | Verde                   |
| 50                        | 100          | 108          | 54             | 5           | 116      | 12              | Amarillo                |
| 100                       | 214          | 205          | 154            | 11          | 150      | 35              | Naranja                 |
| 150                       | 529          | 739          | 254            | 15          | 182      | 55              | Rojo                    |
| 200                       | 869          | 1333         | 354            | 19          | 225      | 150             | Violeta                 |
| 300                       | 1726         | 2556         | 424            | 38          | 429      | 250             | Granate                 |

| Color de referencia.                  |
|---------------------------------------|
| Verde (Bueno)                         |
| Amarillo (Medio)                      |
| Naranja (Afecta a grupos vulnerables) |
| Rojo (Malo)                           |
| Violeta (Insalubre)                   |
| Granate (Peligroso)                   |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 5.** Incidencia sobre la salud de cada contaminante

| <i>Contaminante.</i>     | <i>Efectos sobre la salud.</i>  |
|--------------------------|---|
| Monóxido de Carbono (CO) | Formación de carboxihemoglobina provoca apnea.  |
| Materia Particulada (PM) | Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar. |
| Dióxido de Azufre (SO2)  | Irritación de piel y membranas mucosas de los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones.                     |
| Ozono (O3)               | Irritación de vías respiratorias y epitelios oculares.  |
| Nitrógeno (N2)           | Disminución del desarrollo de la función pulmonar.  |

Fuente: Elaboración propia

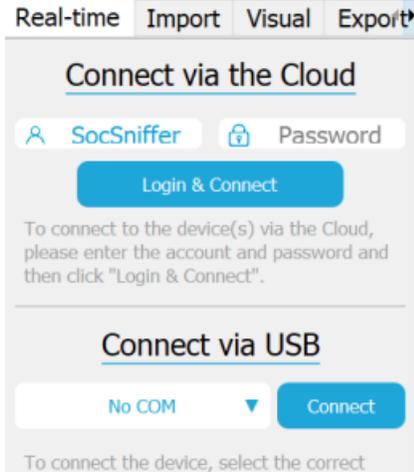
### Uso de equipo y plataforma.

- *Sniffer.*

El Sniffer4D V2 no cuenta con un botón de encendido en su versión individual, debe conectarse directamente a una fuente por medio de un cable tipo C y USB el cual está incluido dentro de la maleta del mismo. En su versión montada en un vehículo incluye una fuente externa y un cable que va conectado directamente al arnés. Debe verificarse que los botones LED que tiene en la parte superior se encuentren encendidos y debe de esperarse un aproximado de 40 segundos antes de comenzar la operación. Una vez encendido el equipo,

puede conectarse el cable tipo C de telemetría en el puerto denominado “Telem.”, que se encuentra a un costado del Sniffer, mientras que la conexión USB va directamente en un puerto de una computadora que tenga el software S4D mapper. Para conectarse de forma inalámbrica debe verificarse el LED “4g” que de igual forma se encuentra en la parte superior, se encuentre parpadeando continuamente; en caso contrario debe verificarse si cuenta con un plan de datos de internet activo.

- *Conexión al software.*

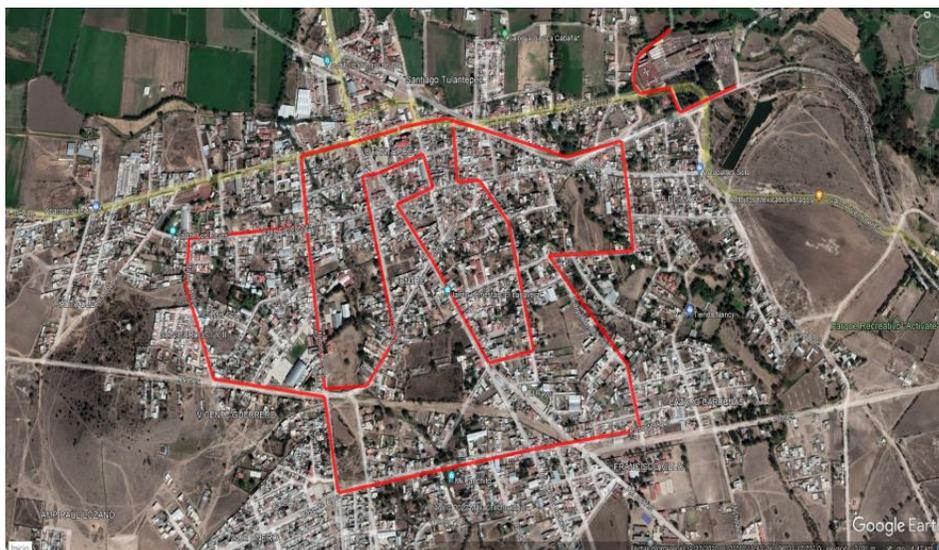
|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Conexión inalámbrica.</b><br>Debe pedirse el nombre de usuario y la contraseña para poder enlazar el dispositivo.                   | → |  |
| <b>Conexión alámbrica.</b><br>Debe verificarse que el cable telemétrico esté conectado y que aparezca el dispositivo disponible “COM3” | → |   |

### **Protocolo de muestreo y diagnóstico.**

- *Selección de sitio y ruta a evaluar.*

Para el trazado de ruta en el sitio de interés, puede utilizarse Google Earth Pro, Google maps o algún software disponible de mapeo, tal como se muestra a continuación:

**Imagen 4.** Ejemplo de rutas de medición móvil



Fuente: Imagen tomada del acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis territorial Ambiente y Ciencia de Datos.

- *Creación de carpeta y bitácora de control.*

Debe crearse una carpeta específica la cuál contendrá; el archivo ejecutable en el software Sniffer 4D V2 y la bitácora de muestreo que se muestra a continuación:



Bitácora de muestreo..docx

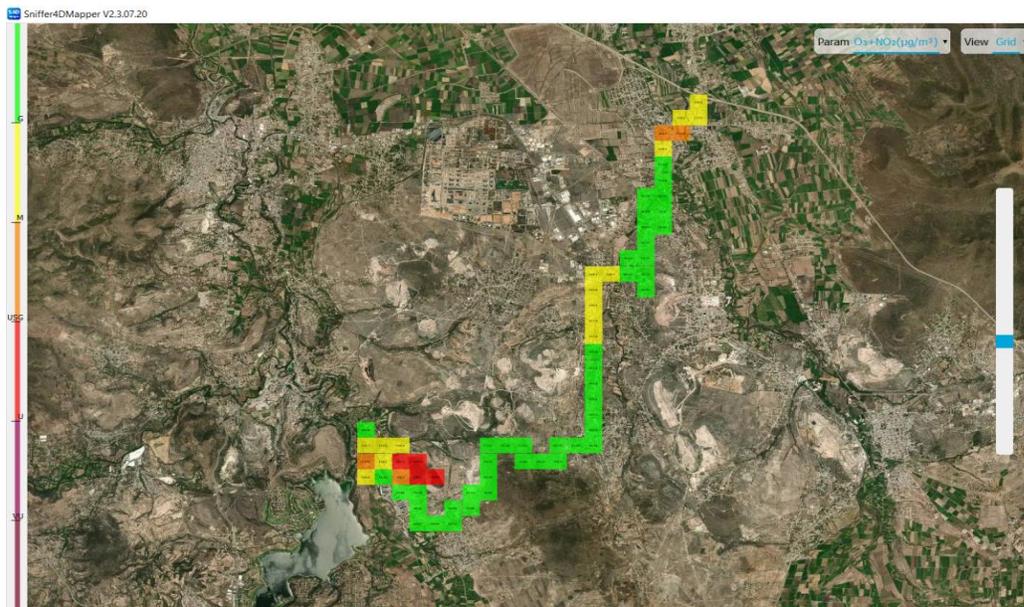
- *Finalización de las misiones.*

Al finalizar la misión debe generarse el reporte en PDF de cada contaminante, al igual que el Excel que contenga la base de datos y guardarlo en la carpeta creada específica del sitio de muestreo.

- *Evaluación de cada misión.*

Ejemplo, misión Tula de Allende – PTAR Atotonilco de Tula.

**Imagen 5.** Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer 4D Mapper, Tula de Allende- PTAR Atotonilco de Tula.



Fuente: Imagen tomada del acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis territorial Ambiente y Ciencia de Datos.

- *Resumen de base de datos.*

**Tabla 27.** Resultados de los contaminantes con valor medido

| Contaminantes | SO2<br>µg/m <sup>3</sup> | CO<br>mg/m <sup>3</sup> | O3+NO2<br>µg/m <sup>3</sup> | PM1.0<br>µg/m <sup>3</sup> | PM2.5<br>µg/m <sup>3</sup> | PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | CxHy/Fla<br>mmable<br>Gases % | CO2<br>mg/m <sup>3</sup> |
|---------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Valor medido  | 3.03657<br>708           | 0.39787<br>704          | 104.100<br>518              | 30.2964<br>878             | 40.4866<br>506             | 42.8494<br>551            | 0.031946<br>92                | 888.601<br>111           |

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados ejecutables en el software Sniffer4D-V2

- *Reporte de cada contaminante.*

Para ver los reportes de cada contaminante, revisar los archivos:

| SO2   | CO  | O3+NO2  | PM1.0  |
|---|---|---|--|
| <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tula | <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tula | <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tula | <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tula |

| PM2.5   | PM10  | CxHy  | CO2   |
|---|---|---|---|
| <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tl | <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tl | <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tl | <br>Tula de Allende -<br>PTAR Atotonilco de Tl |

## **GENERALIDADES PARA LA ELABORACIÓN DEL INVENTARIO MUNICIPAL DE EMISIONES DE COMPUESTOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (IMECyGEI)**

Un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero es una herramienta mediante la cual se reportan las emisiones generadas en un límite geográfico y tiempo específicos, su correcta elaboración es de vital importancia para identificar y caracterizar las principales fuentes emisoras y así enfocar políticas públicas hacia una mitigación de la contaminación atmosférica y del cambio climático (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2020).

Los datos son estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y forman parte del Inventario Nacional de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. El Inventario, presentado en marzo de 2018, incluye las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y carbono negro en el periodo 1990-2015.

Las estimaciones se realizaron de acuerdo con las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés: Intergovernmental Panel on Climate Change) de 2006, para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: IPCC, 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. En el caso del sector «Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra», el Inventario considera la estimación de la absorción de CO<sub>2</sub> como parte del proceso fotosintético de la cubierta vegetal

y los cuerpos de agua (Sector 3B Tierra) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006)<sup>3</sup>.

- Emisiones netas: Suma de las emisiones de los sectores, incluidas las absorciones de CO<sub>2</sub> (valores negativos) que resultan de las permanencia y conversiones de tierras forestales, pastizales, humedales, tierras de cultivo, asentamientos y otras tierras (consideradas en el sector 3B Tierra de la clasificación del IPCC).
- Emisiones totales: Suma de las emisiones de los sectores, sin considerar las absorciones de CO<sub>2</sub> (valores negativos) que derivan de permanencias y conversiones de tierras forestales, pastizales, humedales, tierras de cultivo, asentamientos y otras tierras.

Para realizar el análisis de las unidades económicas y la filtración de estas de acuerdo a las categorías que nos marca el Inventario Municipal de Emisiones de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (IMECyGEI), se consideró la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), tomando como referencia el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) con la actualización al mes de noviembre del 2022 (INEGI, 2023).

Dicho inventario se encuentra categorizado de la siguiente manera:

1. Energía
2. Procesos industriales y usos de productos
3. Agricultura, silvicultura, y otros usos de la tierra
4. Residuos.

Estas categorías cuentan con una sub categorización por fuente y sub fuente de emisión, es decir que se desprenden demás actividades específicas que nos permite identificar cuál de ellas es la que representa mayor grado de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en nuestro municipio de análisis.

---

<sup>3</sup> Para mayor información se recomienda visitar el sitio del IPCC: <https://www.ipcc.ch/spanish/> así como las guías metodológicas 2006, disponibles en la siguiente dirección electrónica: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html> y el refinamiento de las mismas realizado en 2019 disponible en la siguiente dirección electrónica: <https://www.ipcces.or.jp/public/2019rf/index.html>

En la primera categoría se resumen las actividades en relación a combustibles (gas, petróleo, gas natural), construcción (relación entre las industrias que procesan materiales como textiles y cueros, madera, alimentos, etc.).

**Imagen 6.** Cementera Cruz Azul, Tula de Allende, Hidalgo



Fuente: Acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis Territorial, Ambiente y Ciencia de Datos, 2023

### **Definiciones de los Combustibles**

De acuerdo con Garg, Kazunari y Pulles (2006), se requieren términos y definiciones comunes de los combustibles con el fin de que los países describan y analicen las emisiones procedentes de las actividades de quema del combustible de manera homogénea; por ello, se presenta una lista de los tipos de combustibles basada (principalmente) en las definiciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE), que fueron utilizadas en las *Directrices del IPCC de 2006*, de los mismos autores.

**Cuadro 6a.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006

| <i>Descripción en español</i>                      |                                | <i>Comentarios</i>  |
|--|--------------------------------|---|
| LÍQUIDOS (Petróleo crudo y productos petrolíferos) |                                |   |
| Petróleo crudo                                     |                                | El petróleo crudo es un aceite mineral que consta de una mezcla de hidrocarburos de origen natural, de un color que va del amarillo al negro, y de una densidad y viscosidad variables. También incluye el condensado de petróleo (líquidos separadores) que se recuperan a partir de los hidrocarburos gaseosos en las plantas de separación del condensado.   |
| Orimulsión   |                                | Sustancia del tipo alquitrán que se produce naturalmente en Venezuela. Se puede quemar directamente o refinar para lograr productos petrolíferos ligeros.   |
| Gas natural licuado (GNL)                          |                                | Constituyen el GNL los hidrocarburos líquidos o licuados producidos por la fabricación, purificación y estabilización del gas natural. Son partes del gas natural recuperadas como líquido en los separadores, las instalaciones de campo o las plantas de procesamiento del gas. El GNL incluye, sin carácter taxativo, etano, propano, butano, pentano, gasolina natural y condensado. También puede incluir pequeñas cantidades de no hidrocarburos.                                     |
| Gasolina   | Gasolina para motores          | Se trata de un hidrocarburo ligero para usar en los motores de combustión interna como los automotores, con exclusión de las aeronaves. La gasolina para motores se destila entre los 35 °C y los 215 °C y se utiliza como combustible para los motores de encendido por chispa basados en tierra. La gasolina para motores incluye aditivos, oxigenados y mejoradores de los octanos, incluidos los compuestos de plomo tales como el TEP (plomo tetraetilo) y el TMP (plomo tetrametilo). |
|  | Gasolina para aviación         | La gasolina para la aviación es gasolina para motores preparada especialmente para los motores de pistones de la aviación, con una cantidad de octanos acorde al motor, un punto de congelación de -60 °C y un rango de destilación que normalmente oscila dentro de los límites de 30 °C y 180 °C.   |
|  | Gasolina para motor a reacción | Incluye todos los hidrocarburos ligeros para usar en los grupos motores de las turbinas de aviación. Se destilan entre los 100 °C y los 250 °C. Se obtiene mezclando querosenos con gasolina o nafta de forma tal que el contenido aromático no supere el 25 por ciento en volumen, y la presión de vapor quede entre los 13,7 kPa y los 20,6 kPa. Se puede incluir aditivos para mejorar la estabilidad y combustibilidad del combustible.   |
| Queroseno para motor a reacción                    |                                | Destilado medio utilizado para grupos motores de las turbinas de aviación. Posee las mismas características de destilación y punto de inflamación del queroseno (entre 150 °C y 300 °C, pero en general no supera los 250 °C). Además, posee especificaciones particulares (tales como el punto de congelación) que establece la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA, del inglés, <i>International Air Transport Association</i> ).  |
| Otro queroseno                                     |                                | El queroseno comprende el destilado de petróleo refinado intermedio cuya volatilidad se encuentra entre la gasolina y el gas/diesel oil. Es una destilación media de petróleo entre los 150 °C y los 300 °C.  |
| Esquisto bituminoso                                |                                | Aceite mineral extraído del esquisto bituminoso.  |

Fuente: Garg, Kazunari y Pulles (2006, págs. 13-17).

**Cuadro 7b.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006

| <i>Descripción en español</i>                      | <i>Comentarios</i>  |
|--|---|
| LÍQUIDOS (Petróleo crudo y productos petrolíferos) |   |
| Gas/Diesel Oil                                     | Incluye los gasóleos pesados. Los gasóleos se obtienen de la mínima fracción de la destilación atmosférica del petróleo crudo, mientras que los gasóleos pesados se obtienen por redestilación en vacío del residual de la destilación atmosférica. El gas/diesel oil se destila entre los 180 °C y los 380 °C. Se encuentran disponibles diversas leyes según las aplicaciones: diesel oil para chispa de compresión diesel (automóviles, camiones, marítimo, etc.), aceite ligero para calefacción para aplicaciones industriales y comerciales, y otro gasóleo incluidos los gasóleos pesados que se destilan a una temperatura entre 380 °C y 540 °C y se utilizan como sustancias petroquímicas para la alimentación a procesos. |
| Fuelóleo residual                                  | Este encabezado define los aceites que conforman el residuo de la destilación. Comprende todos los fuelóleos residuales, incluidos los que se obtienen a partir de las mezclas. Su viscosidad cinemática se encuentra por encima de los 0,1cm <sup>2</sup> (10 cSt) a 80 °C. El punto de inflamación siempre está por encima de los 50 °C y la densidad siempre es superior a 0,90 kg/l.  |
| Gases licuados de petróleo                         | Constituyen la fracción de hidrocarburos ligeros de la serie de parafina, derivada de los procesos de refinación, las plantas de estabilización del petróleo crudo y las plantas de procesamiento del gas natural que comprende propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) y butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) o una combinación de ambos. Normalmente se licuan a presión para el transporte y almacenamiento.  |
| Etano  | Hidrocarburo de cadena lineal naturalmente gaseoso (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ). Es un gas parafínico incoloro que se extrae del gas natural y de los caudales de gas de refinación.  |
| Nafta  | Sustancia para la alimentación a procesos destinada a la industria petroquímica (p. ej., la manufactura de etileno o la producción de compuestos aromáticos) o para la producción de gasolina mediante reformación o isomerización dentro de la refinación. La nafta incluye materia comprendida en el rango de destilación de 30 °C a 210 °C o parte de este rango.  |
| Alquitrán  | Hidrocarburo sólido, semi-sólido o viscoso con una estructura coloidal, de color marrón a negro, que se obtiene como residuo de la destilación del petróleo crudo, por destilación al vacío de óleos residuales de la destilación atmosférica. Muchas veces se hace referencia al alquitrán como asfalto y se lo utiliza principalmente para el tratamiento de superficie de rutas y como material impermeabilizante de techos. Esta categoría incluye el alquitrán fluidizado y reducido.  |
| Lubricantes  | Hidrocarburos producidos a partir de destilado o residuo; se los utiliza principalmente para reducir la fricción entre las superficies de los rodamientos. Esta categoría incluye todos los tipos terminados de aceites lubricantes, desde el aceite para huso hasta el aceite para el cilindro, y los utilizados en las grasas, incluidos los aceites para motor y todos los tipos de soporte de aceite lubricante.  |

Fuente: Garg, Kazunari y Pulles (2006, págs. 13-17).

**Cuadro 8c.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006

| <i>Descripción en español</i>                        |                              | <i>Comentarios</i>   |
|--|------------------------------|--|
| LÍQUIDOS (Petróleo crudo y productos petrolíferos)   |                              |  |
| Coque de petróleo                                    |                              | Se lo define como residuo sólido negro, que se obtiene principalmente por escisión y carbonización de las sustancias para la alimentación a procesos derivadas del petróleo, residuos de vacío, alquitrán y brea de los procesos tales como la coquización retardada o la coquización fluida. Consta principalmente de carbono (de 90 a 95 por ciento) y tiene un bajo contenido de ceniza. Se lo utiliza como sustancia para la alimentación a procesos de los hornos de coque para la industria del acero, para fines de calefacción, para la fabricación de electrodos y para la producción de sustancias químicas. Las dos calidades más importantes son el «coque verde» y el «coque calcinado». Esta categoría también incluye el «coque catalizador» depositado en el catalizador durante los procesos de refinación: no es recuperable y suele quemarse como combustible de refinería. |
| Sustancia para alimentación a procesos de refinerías |                              | Producto o combinación de productos derivados del petróleo crudo y destinados a un posterior procesamiento que no sea la mezcla en la industria de la refinería. Se transforma en uno o más componentes y/o productos terminados. Esta definición cubre los productos terminados importados para entrada en refinería y los devueltos de la industria petroquímica a la industria de refinación.   |
| Otro petróleo  | Gas de refinería             | Se define como un gas no condensable obtenido durante la destilación del petróleo crudo o el tratamiento de los productos del petróleo (p. ej., la escisión) en refinerías. Consta principalmente de hidrógeno, metano, etano y olefinas. Incluye también los gases que se devuelven de la industria petroquímica.   |
|  | Ceras                        | Hidrocarburos alifáticos saturados (de la fórmula general $C_nH_{2n+2}$ ). Estas ceras son los residuos que se extraen al desparafinar los aceites lubricantes; presentan una estructura cristalina con un número de carbonos mayor que 12. Sus principales características son: incoloras, inodoras y translúcidas, con un punto de fusión superior a los 45 °C.  |
|  | Espíritu blanco y SBP        | El espíritu blanco y el SBP son destilados refinados intermedios cuya destilación se encuentra en la gama de la nafta y el queroseno. Se subdividen del siguiente modo: i) Esencia de petróleo (SBP): Aceites livianos que se destilan entre los 30 °C y los 200 °C, con una diferencia de temperatura comprendida entre el 5 y el 90 por ciento del volumen de los puntos de destilación, incluidas las pérdidas, de no más de 60 °C. En otras palabras, el SBP es un aceite liviano de un corte más angosto que la gasolina para motores. Existen 7 u 8 leyes de esencia de petróleo, según la posición del corte en el rango de destilación antes definido. ii) Espíritu blanco: esencia de petróleo con un punto de inflamación superior a los 30 °C. El rango de destilación del espíritu blanco es de 135 °C a 200 °C.   |
|  | Otros productos del petróleo | Productos del petróleo no incluidos en la clasificación precedente; por ejemplo: alquitrán, azufre y grasa. Esta categoría incluye también los compuestos aromáticos (p. ej., BTX o benceno, tolueno y xileno) y las olefinas (p. ej., propileno) producidos dentro de las refinerías.   |

Fuente: Garg, Kazunari y Pulles (2006, págs. 13-17).

**Cuadro 9d.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006

| <i>Descripción en español</i>                       |  | <i>Comentarios</i>  |
|---|--|---|
| <b>SÓLIDOS (Carbón y productos del carbón)</b>      |  |   |
| Antracita   |  | Carbón de alto rango utilizado para aplicaciones industriales y residenciales. Generalmente tiene menos del 10 por ciento de materia volátil y un alto contenido de carbono (alrededor de 90 por ciento de carbono fijo). Su valor calórico bruto es mayor que 23 865 kJ/kg (5 700 kcal/kg) en una base sin ceniza pero húmeda.   |
| Carbón de coque                                     |  | Carbón bituminoso cuya calidad permite producir un coque adecuado para una carga de alto horno. Su valor calórico bruto es mayor que 23 865 kJ/kg (5 700 kcal/kg) en una base sin ceniza pero húmeda.   |
| Otro carbón bituminoso                              |  | Se lo utiliza para la generación de vapor e incluye todo el carbón bituminoso no incluido en la categoría carbón de coque. Se caracteriza por tener más materia volátil que la antracita (más del 10 por ciento) y menor contenido de carbono (menos del 90 por ciento de carbono fijo). Su valor calórico bruto es mayor que 23 865 kJ/kg (5 700 kcal/kg) en una base sin ceniza pero húmeda.  |
| Carbón subbituminoso                                |  | Carbón no aglomerante con un valor calórico bruto comprendido entre los 17 435 kJ/kg (4 165 kcal/kg) y los 23 865 kJ/kg (5 700 kcal/kg) que contiene más del 31 por ciento de materia volátil sobre una base libre de materia mineral seca.   |
| Lignito   |  | El lignito/carbón de lignito es un carbón no aglomerante con un valor calórico bruto inferior a 17 435 kJ/kg (4 165 kcal/kg), y mayor que el 31 por ciento de materia volátil sobre una base libre de materia mineral seca.   |
| Esquisto bituminoso y arena impregnada de alquitrán |  | Esquisto bituminoso: roca inorgánica no porosa que contiene diversas cantidades de materia orgánica sólida que da hidrocarburos, junto con una variedad de productos sólidos, cuando se la somete a la pirólisis (tratamiento que consiste en calentar la roca a alta temperatura). Arena impregnada de alquitrán (o rocas carbonatadas porosas): arena mezclada naturalmente con una forma viscosa de petróleo crudo pesado, a veces denominada alquitrán. Debido a su elevada viscosidad, no es posible recuperar este aceite por métodos convencionales de recuperación. |
| Briquetas de carbón de lignito                      |  | Las briquetas de carbón de lignito (BKB) son combustibles de composición fabricados a partir del lignito/carbón de lignito, que se obtienen por briquetado a alta presión. Las cifras incluyen los finos secos y el polvo del lignito.  |
| Combustible evidente                                |  | Combustible de composición fabricado con finos de hulla, con el agregado de un aglutinante. Por lo tanto, la cantidad de combustible evidente producido puede ser un poco mayor que la cantidad real de carbón consumido en el proceso de transformación.   |
| Coque   | Coque para horno de coque y Coque de lignito | El coque para horno de coque es el producto sólido que se obtiene por carbonización del carbón, principalmente del carbón de coque, a alta temperatura. Tiene un nivel bajo de materia volátil y contenido de humedad. Se incluye también el semi coque, producto sólido que se obtiene de la carbonización del carbón a baja temperatura, coque de lignito, semi coque hecho con lignito/carbón de lignito, cisco de coque y coque de fundición. Se lo conoce también como coque metalúrgico.  |
|   | Coque de gas                                 | Producto derivado de la hulla, usado para la producción del gas ciudad en las fábricas de gas. Se lo utiliza para calefacción.  |

Fuente: Garg, Kazunari y Pulles (2006, págs. 13-17).

**Cuadro 10e.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006

| <i>Descripción en español</i>                                 |                                     | <i>Comentarios</i>  |
|---|-------------------------------------|---|
| <b>SÓLIDOS (Carbón y productos del carbón)</b>                |                                     |   |
| Alquitrán de hulla  |                                     | El resultado de la destilación destructiva de la hulla bituminosa. Derivado líquido de la destilación del carbón para fabricar coque en el proceso de horno de coque. Puede destilarse aún más hasta obtener diferentes productos orgánicos (p. ej., benceno, tolueno, naftaleno) que normalmente se declaran como sustancia para la alimentación a procesos de la industria petroquímica.  |
| Gases derivados   | Gas de fábricas de gas              | Cubre todos los tipos de gases producidos en plantas privadas o de servicios públicos, cuyo objetivo principal es la manufactura, el transporte y la distribución del gas. Comprende el gas producido por carbonización (incluido el gas producido por hornos de coque y transferido al gas de las fábricas de gas), por gasificación total con o sin enriquecimiento con productos del petróleo (GLP, fuelóleo residual, etc.) y por reformado y mezcla simple de gases y/o aire. Excluye el gas natural mezclado, que suele distribuirse por la red de distribución del gas natural.                                |
|   | Gas de horno de coque               | Se obtiene como producto derivado de la manufactura del coque de horno de coque para la producción de hierro y acero.   |
|   | Gas de alto horno                   | Se produce durante la quema del coque en los altos hornos, en la industria del hierro y del acero. Se recupera y se utiliza como combustible parcialmente dentro de la planta y parcialmente en otros procesos de la industria del acero, o en las centrales eléctricas equipadas para quemarlo.  |
|   | Gas de horno de oxígeno para aceros | Se obtiene como producto derivado de la producción de acero en un horno de oxígeno, y se recupera al dejar el horno. Este gas se conoce también como gas de convertidor, gas LD (iniciales de <i>Linz-Donawitz</i> ) o gas BOS.   |
| <b>GAS (Gas natural)</b>                                      |                                     |   |
| Gas natural   |                                     | Debe incluir el gas natural mezclado (a veces también denominado «Gas ciudad» o gas para consumo humano), un gas de alto valor calórico obtenido como mezcla de gas natural con otros gases derivados de otros productos primarios y suele distribuirse por la red de distribución de gas natural (p. ej. metano de las capas de carbón). El gas natural mezclado debe incluir al gas natural sustituto, un gas de alto valor calórico, fabricado por conversión química de un combustible fósil de hidrocarburo, en el que las principales materias primas son: gas natural, carbón, petróleo y esquisto bituminoso. |
| <b>OTROS COMBUSTIBLES FÓSILES</b>                             |                                     |   |
| Desechos municipales (fracción no perteneciente a la biomasa) |                                     | Incluye los desechos que producen los hogares, la industria, los hospitales y el sector terciario, que se incineran en instalaciones específicas y se utilizan a los fines energéticos. Solamente debe incluirse aquí la fracción del combustible que no es biodegradable.  |
| Desechos industriales   |                                     | Constan de los productos sólidos y líquidos (p. ej. los neumáticos) que se queman en forma directa, normalmente en plantas especializadas, para producir calor y/o energía no declarada como biomasa.   |
| Óleos de desecho  |                                     | Óleos usados (p. ej., lubricantes de desecho) que se queman para la producción de calor.  |

Fuente: Garg, Kazunari y Pulles (2006, págs. 13-17).

**Cuadro 11f.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006

| <i>Descripción en español</i> |                                | <i>Comentarios</i>  |
|-------------------------------|--------------------------------|---|
| TURBA                         |                                |   |
| Turba <sup>4</sup>            |                                | Depósito combustible suave, poroso o comprimido y sedimentario de origen vegetal, que incluye un material de madera con alto contenido de agua (hasta 90 por ciento en estado bruto), fácil de cortar, que puede contener trozos más duros de color marrón claro a oscuro.<br>No se incluye la turba utilizada para fines no energéticos.   |
| BIOMASA                       |                                |   |
| Biocombustibles sólidos       | Madera / Desechos de madera    | Madera y desechos de madera que se queman directamente para obtener energía. Esta categoría también incluye la madera para producción de carbón vegetal, pero no la producción real de carbón vegetal (se trataría de un cómputo doble puesto que el carbón vegetal es un producto secundario).   |
|                               | Lejía de sulfito (licor negro) | Licor agotado alcalino procedente de los autoclaves de la producción de sulfato o pulpa a la sosa durante la fabricación del papel, en el cual el contenido de energía proviene de la lignina eliminada de la pulpa de la madera. Este combustible en su forma concentrada suele ser 65-70 por ciento sólido.   |
|                               | Otra biomasa sólida primaria   | Incluye la materia vegetal utilizada directamente como combustible aún no incluida en la madera/los desechos de madera ni en la lejía de sulfito. Se incluyen los desechos vegetales, materia/desechos animales, y otra biomasa sólida. Esta categoría incluye las entradas no madera a la producción del carbón vegetal (p. ej., la corteza del coco) pero deben excluirse todas las demás sustancias para alimentación a procesos para la producción de biocombustibles.  |
|                               | Carbón vegetal                 | El carbón vegetal que se quema como energía cubre el residuo sólido de la destilación destructiva y la pirólisis de la madera y de otras materias vegetales.  |
| Biocombustibles líquidos      | Biogasolina                    | Debe contener solamente la parte del combustible que se relaciona con las cantidades de biocombustible y no con el volumen total de líquidos en el cual se mezclan los biocombustibles. Esta categoría incluye el bioetanol (etanol producido a partir de la biomasa y/o de la fracción biodegradable de los desechos), biometanol (metanol producido a partir de la biomasa y/o de la fracción biodegradable de los desechos), bioETBE (etil-ter-butil-éter producido a partir del bioetanol: la fracción volumétrica de bioETBE que se computa como biocombustible es del 47 por ciento) y el bioMTBE (metil-ter-butil-éter producido a partir del biometanol: la fracción volumétrica de bioMTBE que se computa como biocombustible es del 36 por ciento). |

Fuente: Garg, Kazunari y Pulles (2006, págs. 13-17).

<sup>4</sup> Si bien estrictamente hablando la turba no es un combustible fósil, en los estudios del ciclo de vida se ha demostrado que sus características de emisión de gases de efecto invernadero son equiparables a las de los combustibles fósiles (Nilsson and Nilsson, 2004; Uppenberg *et al.*, 2001; Savolainen *et al.*, 1994). Por lo tanto, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la quema de turba se incluyen en las emisiones nacionales como correspondientes a los combustibles fósiles.

**Cuadro 12g.** Definiciones de los tipos de combustibles utilizadas en las Directrices del IPCC de 2006

| <i>Descripción en español</i> |  | <i>Comentarios</i>  |
|-------------------------------|--|---|
| <b>BIOMASA</b>                |  |   |
| Biocombustibles líquidos      | Biodiésel  | Debe contener solamente la parte del combustible que se relaciona con las cantidades de biocombustible y no con el volumen total de líquidos en el cual se mezclan los biocombustibles. Esta categoría incluye el biodiésel (metil-éster producido a partir de aceite vegetal o animal, de calidad diésel), el biodimetiléter (dimetiléter producido a partir de la biomasa), fischer tropsh (fischer tropsh producido a partir de la biomasa), bioaceite prensado en frío (aceite producido a partir del aceite de semilla solamente por procesamiento mecánico) y todos los demás biocombustibles líquidos que se añaden, mezclan o utilizan directamente como diésel para el transporte. |
|                               | Otros biocombustibles líquidos                             | Otros biocombustibles líquidos no incluidos en la biogasolina ni en los biodiésel.  |
| Biomasa gaseosa               | Gas de vertedero   | Se obtiene a partir de la fermentación anaeróbica de la biomasa y los desechos sólidos de los vertederos, y se quema para producir calor y/o energía.   |
|                               | Gas de digestión de lodos cloacales                        | Se obtiene a partir de la fermentación anaeróbica de la biomasa y los desechos sólidos del lodo y del fango animal, y se quema para producir calor y/o energía.   |
|                               | Otro biogás  | Otro biogás no incluido en el gas de vertedero ni en el gas de digestión de lodos cloacales.  |
| Otros combustibles no fósiles | Desechos municipales (fracción perteneciente a la biomasa) | Incluye los desechos que producen los hogares, la industria, los hospitales y el sector terciario, que se incineran en instalaciones específicas y se utilizan a los fines energéticos. Solamente debe incluirse aquí la fracción biodegradable del combustible.  |

Fuente: Garg, Kazunari y Pulles (2006, págs. 13-17).

Por otro lado, en la segunda categoría se realizó la filtración de datos de acuerdo a los procesos de productos como sustancias que agotan la capa de ozono, la industria de papel y el análisis del uso de equipos electrónicos.

**Imagen 7.** Contenedor químico con advertencia de sustancias peligrosas



Fuente: Acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis Territorial, Ambiente y Ciencia de Datos, 2023.

Para la categoría tres de acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023), se analizaron las estadísticas de producción agrícola y ganadera al año 2021, donde se contabilizó el número total correspondiente a cada grupo animal, como el caso del ganado bovino, caprino, ovinos. Para el análisis de dichas especies se realizó en conteo de cada grupo y se multiplicó por las cantidades de excretas producidas al día, dando como resultado la estimación de la producción de estiércol promedio municipal.

**Imagen 8.** Sector ganadero en el municipio de Mineral de la Reforma, Hidalgo



Fuente: Acervo fotográfico del Laboratorio de Análisis Territorial, Ambiente y Ciencia de Datos, 2023.

Finalmente, el análisis de uso y actividades en el territorio municipal fue mediante el uso de mediciones de hectáreas, de acuerdo al uso de suelo. La recuperación del uso de suelo se realizó a través del conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2018). Los datos recopilados se transformaron a un conjunto de datos Excel para realizar las clasificaciones el uso de suelo, dichas clasificaciones dependieron de la actividad o descripción de sus características.

Además, el apartado se completó con base en las estimaciones realizadas por el subsector “Uso de Suelo y Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura” (USCUSS) para la estimación de gases y efecto invernadero (SEMARNAT & INEEC, 2017).

## INVENTARIO MUNICIPAL DE EMISIONES DE COMPUESTOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (IMECyGEI)

*Zempoala, Hgo.*

Como se mencionaba en el apartado anterior, el inventario es una herramienta que nos permite identificar las principales fuentes de emisión de los compuestos y gases del efecto invernadero (GEI), en el caso del municipio de Zempoala, con el objetivo de generar un análisis de las políticas públicas que se propondrán para mitigar y adaptar la contaminación atmosférica y el cambio climático. El inventario comprende el estudio de las fuentes generadoras de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC); siendo estos los principales contaminantes esparcidos en el aire.

Dentro del inventario se establece que, los compuestos anteriores deben ser convertidos de unidades de microgramos (μ), miligramos (mg) y partes por millón (ppm), a kilogramos (kg) y por último a toneladas (t). Estas mediciones nos permiten identificar cuáles serán las emisiones generadas por las distintas actividades económicas y establecer los estándares de calidad en el municipio.

**Tabla 28.** Matriz de Correlación conversiones de Unidades

| Unidades de medición y equivalencia. |                  |                 |                         |                 |               |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| Unidades                             | Microgramos (μ)  | Miligramos (mg) | Partes por millón (ppm) | Kilogramos (kg) | Toneladas (t) |
| Equivalencia                         | 1                | 1               | 1                       | 1               | 1             |
| Microgramos (μ)                      |                  | 1000            | 1                       | 1e+9            | 1e+12         |
| Miligramos (mg)                      | 0.001            |                 | 1                       | 1e+6            | 1e+9          |
| Partes por millón (ppm)              | 10 <sup>-6</sup> | 1               |                         | 1,000           | 10,000        |
| Kilogramos (kg)                      | 1e-9             | 1e-6            | 0.001                   |                 | 1,000         |
| Toneladas (t)                        | 1e-12            | 1e-9            | 1,000                   | 0.001           |               |

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de correlación que se muestra en la Tabla 6, comprende las conversiones correspondientes de cada una de las unidades de medición; así mismo, para obtener los resultados finales del inventario se realiza la conversión de cada compuesto para determinar las emisiones de GEI por su valor de potencial de calentamiento global (siendo una medida de los efectos relativos de calentamiento global que ejercen los distintos gases dentro del ambiente.) y estas se obtienen multiplicando la cantidad de emisiones de un gas de efecto invernadero por su valor de potencial de calentamiento global (PCG). El registro de este calentamiento se establece de acuerdo al informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC (por sus siglas en inglés), con actualización de 2019.

**Tabla 29.-**Potencial de Calentamiento de Compuestos y Gases del Efecto Invernadero

| CyGEI                                 | PCG |
|---------------------------------------|-----|
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 1   |
| Metano (CH <sub>4</sub> )             | 28  |
| Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)      | 265 |

Fuente: Elaboración propia con base del IPCC, 2003.

Una de las metodologías aplicadas para la elaboración del inventario, fue la metodología del Sniffer 4v-2D. Para hacer uso de la metodología se crearon líneas específicas para la delimitación de los distintos puntos territoriales para analizar:

1. Delimitación municipal: Comprende generar un polígono dentro del Sistema de Información Geográfica (SIG) y se determina el polígono con los límites territoriales establecidos a nivel Federal, Estatal, Municipal y Local, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020).
2. Elección de Unidad de Análisis Territorial (UTA): De acuerdo al INECC (2022), se deben definir cuáles serán las UTA's mediante un monitoreo de las principales fuentes generadoras de emisiones de los Compuestos y Gases Invernadero (CyGEI), de tal manera que, se realizó el análisis de las unidades económicas de acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2022 y se clasificaron dichas unidades. Una vez determinadas, se realiza la selección de una clasificación y se plantea su primera evaluación mediante el análisis de características socioambientales del sistema, para posteriormente realizar las mediciones.

3. Realizar el Monitoreo (muestreo): Se establece un cronograma de trabajo específico para cada UTA, a su vez, se determinan diversas rubricas generales y específicas para la generación de los reportes por distintas temporalidades (1 minuto, 30 minutos, 1 hora, 8 horas y 24 horas.); así mismo, el equipo de trabajo realiza una distribución de actividades, en las cuales se considera:

- 3.1. El manejo del equipo Sniffer y equipo de cómputo.
- 3.2. Muestreo con el medidor de partículas manual.
- 3.3. Realizar la bitácora de emisiones.
- 3.4. Generación de formatos específicos.
- 3.5. Generación de control del monitoreo.

Con la delimitación de la UTA, se busca generar medidas estándar para cuantificar de esta manera las demás UTA's.

4. Analizar los primeros resultados: Una vez generado el reporte de emisiones que se realiza con el equipo Sniffer, se realiza el vaciado de datos en un documento Excel, para posteriormente realizar distintos procesamientos de la información, como a continuación se muestra el ejemplo:

- 4.1. Emisión por semana

$$E_{PS} = [Emisión\ total\ de\ UTA\ por\ día * 7]$$

(referir al "7" hace alusión a los días de la semana)

- 4.2. Emisión por mes

$$E_{PM} = [emisiones\ totales\ por\ semana * 4]$$

(referir al "4" hace alusión a un promedio de semanas en un mes)

- 4.3. Emisión por año

$$E_{PA} = [emisiones\ totales\ por\ mes * 12]$$

(referir al "12" hace alusión a un total de meses al año)

Al contar con las emisiones totales se requiere el cálculo y conversión específico a toneladas por lo que el ultimo valor es cuantificado de la siguiente manera:

$$E_{TT} = \left[ \frac{emisiones\ totales\ por\ año}{1000} \right]$$

(donde 1,000 hace alusión a la unidad de medida en Toneladas)

Contando con la unidad en toneladas, se requiere la respectiva equivalencia de los Potenciales de Calentamiento Global directo (PCG) donde el CO<sub>2</sub> cuenta con PCG de 1, el CH<sub>4</sub> de 28 y el O<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub> de 265 por lo que debe establecerse de la siguiente manera.

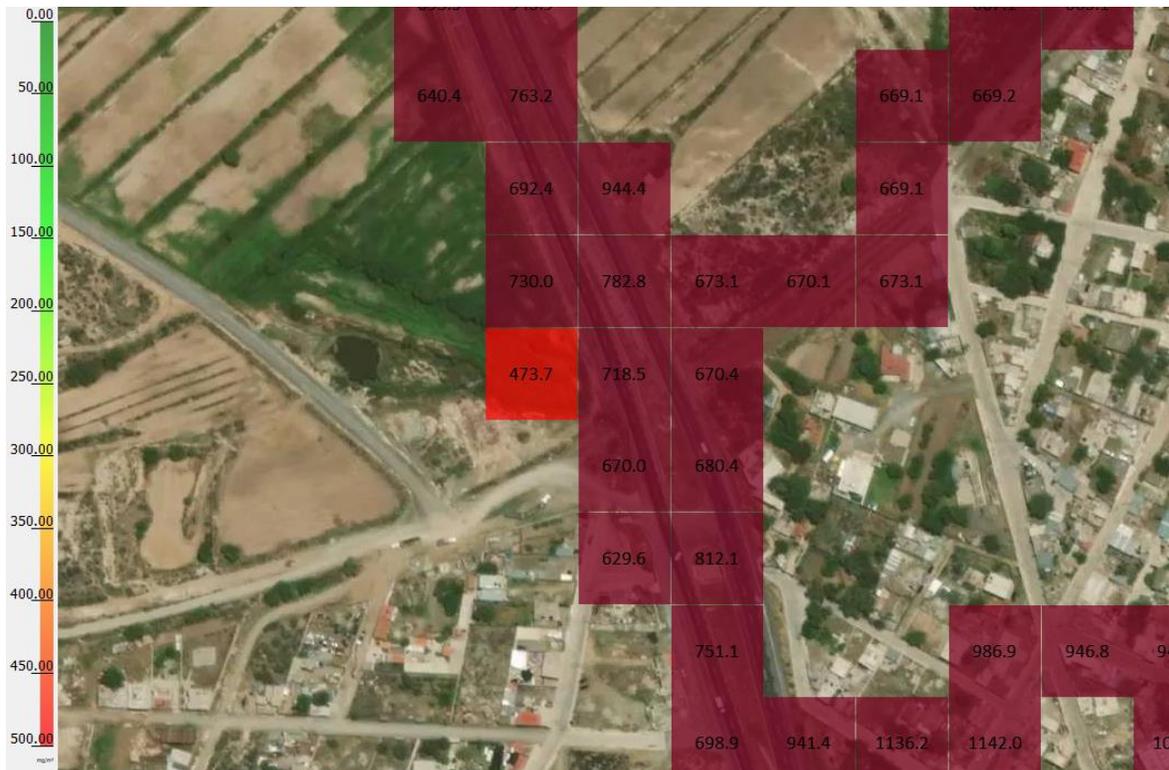
**Tabla 30.** Equivalencias para el cálculo de toneladas totales por UTA

|                                   | VOCs | SO2 | CO | O3+NO2 | PM1.0 | PM2.5 | PM10 | CxHy  | CO2  |
|-----------------------------------|------|-----|----|--------|-------|-------|------|-------|------|
| <b>Emisión total de X por día</b> |      |     |    |        |       |       |      |       |      |
| <b>emisiones por semana</b>       |      |     |    |        |       |       |      |       |      |
| <b>emisiones por mes</b>          |      |     |    |        |       |       |      |       |      |
| <b>emisiones por año</b>          |      |     |    |        |       |       |      |       |      |
| <b>Toneladas</b>                  |      |     |    |        |       |       |      |       |      |
| <b>toneladas Totales por UTA</b>  | =↑   | =↑  | =↑ | =↑*265 | =↑    | =↑    | =↑   | =↑*28 | =↑*1 |

Fuente: Elaboración propia.

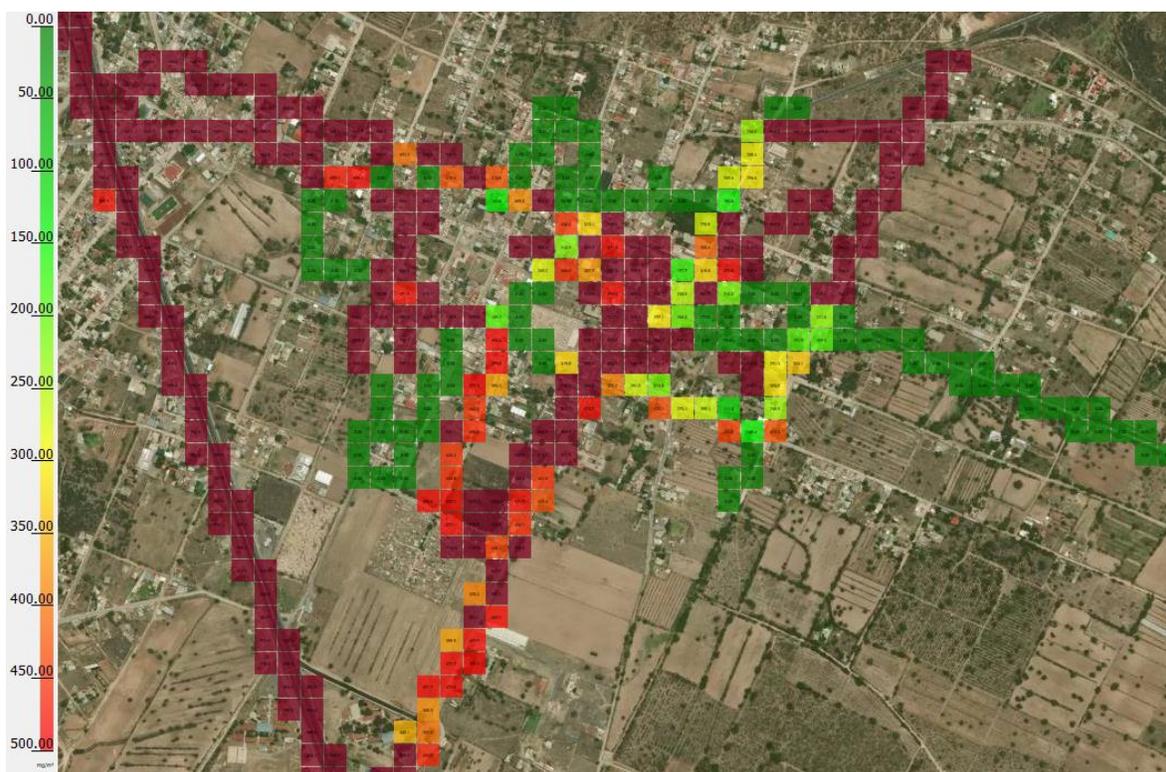
5. Evaluar resultados municipales: Una vez terminado el análisis municipal, se realiza el conteo inicial de todas las mediciones realizadas, por vialidades, UTA y puntos estratégicos agregados.

**Imagen 9.** Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer4D-Mapper Zempoala



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de Sniffer 4v-2D.

**Imagen 10.** Mapeo final de contaminantes en plataforma Sniffer4D-Mapper Zempoala (Cabecera Municipal)



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de Sniffer 4v-2D.

Se detectan los puntos con mayor concentración por cada tipo de CyGEI según el Sniffer, así mismo, se realiza un registro de todas las UTA's a fin de generar los estándares de evaluación de cada actividad económica, por otra parte, las emisiones se estandarizan de acuerdo a los parámetros de calidad del aire, como propósito de generar distintos buffers que analicen la población altamente expuesta a la generación de cada CyGEI.

6. Generación de Estrategias de mitigación y adaptación: Estarán encaminadas a dar solución a las problemáticas medioambientales, guiadas de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, misma que establece tres ejes estratégicos:

- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.
- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.
- Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

6.1. Así mismo, propone doce criterios para seleccionar las medidas de adaptación más adecuadas:

- Atención a poblaciones más vulnerables
- Transversalidad con políticas, programas o proyectos
- Fomento de la prevención
- Sustentabilidad en el aprovechamiento y uso de los recursos naturales
- Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad
- Participación activa de la población objetivo y fortalecimiento de capacidades
- Fortalecimiento de capacidades para la adaptación
- Factibilidad
- Costo-efectividad o Costo-beneficio
- Coordinación entre actores y sectores
- Flexibilidad
- Monitoreo y evaluación del cumplimiento y efectividad de las acciones elegidas

Para la elaboración del Inventario Municipal, se consideraron las cuatro principales categorías estipuladas por el IPCC a nivel internacional; no obstante, se agregaron algunas categorías y subcategorías dentro de los apartados generales. Con ello, se pretende cubrir el mayor número de unidades económicas y con ello, las emisiones de GEI para el municipio.

## **RESULTADOS DEL INVENTARIO MUNICIPAL DE EMISIONES DE COMPUESTOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (IMECYGEI)**

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

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

### **DIÓXIDO DE CARBONO CO<sub>2</sub>**

#### **Energía**

El total de las emisiones anuales y por el total de unidades económicas de la fuente denominada “[1A] Actividades de quema de combustible”, de la categoría “Energía”, se presentan en las Tablas 31a, 32b y 33c. De acuerdo a la información presentada, las actividades con más emisiones anuales de CO<sub>2</sub> se concentran en las unidades económicas de la subfuente “[1A4] Otros sectores”, la cual abarca categorías como: comercial / institucional, tiendas OXXO, infraestructuras como centros administrativos, de servicios financieros o educativos, etc.

**Tabla 31a.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>                          | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta<sup>5</sup></b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|---|--|--|---|---|---|
| <b>[1] Energía</b>  | <b>9756</b>  | <b>12567.85048</b>   | <b>544808.0622</b>                                      | <b>544.80806</b>                                    | <b>198,854.94</b>                       |
| <b>[1A] Actividades de quema del combustible</b>                            | <b>9747</b>  | <b>10410.78748</b>   | <b>539829.2862</b>                                      | <b>539.82929</b>                                    | <b>197,037.69</b>                       |
| <b>[1A1] Industrias de la energía</b>                                       | <b>0</b>   |  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor               | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1A1b] Refinación del petróleo  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[1A2] Industrias manufactura y de la construcción</b>                    | <b>386</b>   | <b>3326.61106</b>  | <b>42395.12256</b>                                      | <b>42.395123</b>                                    | <b>15,474.22</b>                        |
| [1A2a] Hierro y acero   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1A2b] Metales no ferrosos  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1A2c] Sustancias químicas  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1A2d] Pulpa, papel e imprenta  | 2  | 158.4  | 316.8   | 0.3168  | 115.63                                  |
| [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco                         | 10   | 10.7172  | 107.172   | 0.107172  | 39.12                                   |
| [1A2e1] Tortillerías  | 33   | 66.6   | 2197.8  | 2.1978  | 802.20                                  |
| [1A2e2] Taquerías   | 30   | 61.605   | 1848.15   | 1.84815   | 674.57                                  |
| [1A2e3] Pollerías-rosticerías   | 30   | 67.8625  | 2035.875  | 2.035875  | 743.09                                  |

(Continúa)

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

<sup>5</sup> Revisar el documento de “Manual de la metodología de análisis de emisiones de CyGEI-Mixto. El cual implica la operacionalización de los informes y metodología del IPCC, la base de datos, nomenclatura y clasificación del INECC, y la integración de mediciones propias del laboratorio de Análisis Territorial de la UAEH y sus estaciones de medición del Sniffer4D-V2. En este caso se puede revisar a detalle las fórmulas, normatividad y modelos propios.

**Tabla 32b.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>        | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|---|--|--|---|---|---|
| [1A2e4] Antojitos que utilizan carbón - GLP               | 16   | 79.955   | <b>1279.28</b>  | <b>1.27928</b>                                      | <b>466.94</b>                           |
| [1A2e5] Cocinas económicas (restaurantes)                 | 106  | 45.82076   | <b>4857.00056</b>                                       | <b>4.8570006</b>                                    | <b>1,772.81</b>                         |
| [1A2e6] Panaderías  | 20   | 35.796   | <b>715.92</b>   | <b>0.71592</b>                                      | <b>261.31</b>                           |
| [1A2f] Minerales no metálicos                             | 0  | 0  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1A2g] Equipo de transporte                               | 0  | 0  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1A2h] Maquinaria   | 4  | 300  | <b>1200</b>   | <b>1.2</b>  | <b>438.00</b>                           |
| [1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería | 8  | 270  | <b>2160</b>   | <b>2.16</b>   | <b>788.40</b>                           |
| [1A2j] Madera y productos de la madera                    | 13   | 79.169   | <b>1029.197</b>   | <b>1.029197</b>                                     | <b>375.66</b>                           |
| [1A2k] Construcción                                       | 5  | 1972.1856  | <b>9860.928</b>   | <b>9.860928</b>                                     | <b>3,599.24</b>                         |
| [1A2l] Textiles y cueros                                  | 102  | 142.5  | <b>14535</b>  | <b>14.535</b>                                       | <b>5,305.28</b>                         |
| [1A2m] Industria no especificada                          | 7  | 36   | <b>252</b>  | <b>0.252</b>  | <b>91.98</b>                            |
| <b>[1A3] Transporte</b>                                   | <b>8817</b>  | <b>2353.313</b>  | <b>69164.60961</b>                                      | <b>69.16460961</b>                                  | <b>25,245.08</b>                        |
| [1A3a] Aviación civil                                     | 0  | 0  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1A3b] Autotransporte                                     | 1  | 423  | <b>423</b>  | <b>0.423</b>  | <b>154.40</b>                           |
| [1A3c] Ferrocarriles                                      | 0  | 0  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1A3d] Navegación marítima y fluvial                      | 0  | 0  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1A3e] Otro transporte                                    | 3  | 134  | <b>402</b>  | <b>0.402</b>  | <b>146.73</b>                           |

(Continúa)

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

**Tabla 33c.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Actividades por quema de combustible con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>      | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|---|--|--|---|---|---|
| [1A3f] Aforo Vehicular por cruceo                       | 11   | 1302.035419  | <b>14322.38961</b>                                      | <b>14.32238961</b>                                  | <b>5,227.67</b>                         |
| [1A3g] Transporte Privado                               | 8790   | 5.478  | <b>48151.62</b>   | <b>48.15162</b>                                     | <b>17,575.34</b>                        |
| [1A3h] Transporte Público                               | 12   | 488.8  | <b>5865.6</b>   | <b>5.8656</b>                                       | <b>2,140.94</b>                         |
| <b>[1A4] Otros sectores</b>                             | <b>544</b>   | <b>4730.863</b>  | <b>428269.554</b>                                       | <b>428.269554</b>                                   | <b>156,318.39</b>                       |
| [1A4a] Comercial/institucional                          | 278  | 152.65   | <b>42436.7</b>  | <b>42.4367</b>                                      | <b>15,489.40</b>                        |
| [1A4b] Residencial                                      | 7  | 15.265   | <b>106.855</b>  | <b>0.106855</b>                                     | <b>39.00</b>                            |
| [1A4c] Agropecuario/silvicultura/ pesca/ piscifactorías | 26   | 9.16   | <b>238.16</b>   | <b>0.23816</b>                                      | <b>86.93</b>                            |
| [1A4d]Oxxo  | 6  | 610.665  | <b>3663.99</b>  | <b>3.66399</b>                                      | <b>1,337.36</b>                         |
| [Inf-1] Centros Administrativos                         | 59   | 188.219  | <b>11104.921</b>  | <b>11.104921</b>                                    | <b>4,053.30</b>                         |
| [Inf-2] Servicios de retiro                             | 3  | 70.579   | <b>211.737</b>  | <b>0.211737</b>                                     | <b>77.28</b>                            |
| [Inf-3] Servicios de información y divulgación          | 3  | 18.82  | <b>56.46</b>  | <b>0.05646</b>                                      | <b>20.61</b>                            |
| [Inf-4] Servicios financieros                           | 15   | 188.219  | <b>2823.285</b>   | <b>2.823285</b>                                     | <b>1,030.50</b>                         |
| [Inf-5] Servicios educativos                            | 36   | 244.684  | <b>8808.624</b>   | <b>8.808624</b>                                     | <b>3,215.15</b>                         |
| [Inf-6] Servicios de salud                              | 111  | 3232.602   | <b>358818.822</b>                                       | <b>358.818822</b>                                   | <b>130,968.87</b>                       |

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

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

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

**Tabla 34.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>                             | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|--|--|--|---|---|---|
| <b>[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles</b> | <b>9</b>   | <b>2157.063</b>  | <b>4978.776</b>   | <b>4.978776</b>                                     | <b>1,817.25</b>                         |
| <b>[1B1] Combustibles sólidos</b>  | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1B1a] Minería carbonífera y manejo del carbón                                 | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1B1ai] Minas subterráneas   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1B1aii] Minas superficie  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1B1b] Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón                 | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[1B2] Petróleo y gas natural</b>  | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [1B2a] Petróleo  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| 1B2ai Venteo petróleo  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| 1B2aii Quemado petróleo  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| 1B2aiii Otras fugitivas petróleo   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [1B2b] Gas natural   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| 1B2bi Venteo gas natural   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| 1B2bii Quemado gas natural   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| 1B2biii Otras fugitivas gas natural  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[1B3] Otras fuentes</b>   | <b>9</b>   | <b>2157.063</b>  | <b>4978.776</b>   | <b>4.978776</b>                                     | <b>1,817.25</b>                         |
| [1B3a] Gasolineras   | 7  | 132.93   | 930.51  | 0.93051   | 339.64                                  |
| [1B3b] Gaseras   | 2  | 2024.133   | 4048.266  | 4.048266  | 1,477.62                                |

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

## **Procesos Industriales Y Usos De Productos**

El total de las emisiones anuales, por el total de unidades económicas de la segunda categoría “Procesos industriales y usos de productos”, se presentan en la Tabla 35a, 36b y 37c. De esta categoría se recupera que la fuente “[2C] Industria de los metales” tiene las mayores cantidades de emisiones de su subfuente “[2C7] Otros”, la cual retoma actividades económicas como comercio al por menor de ferreterías y tlapalerías, fabricación de productos de herrería, reparación al por menor de llantas, comercio al por mayor de desechos metálicos, entre otros.

**Tabla 35a.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>           | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|--|--|--|---|---|---|
| <b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>          | <b>299</b>   | <b>531.374</b>   | <b>9226.384</b>   | <b>9.226384</b>                                     | <b>2,086.18</b>                         |
| <b>[2A] Industria de los minerales</b>                       | <b>6</b>   | <b>334.35</b>  | <b>471.75</b>   | <b>0.47175</b>                                      | <b>172.19</b>                           |
| [2A1] Producción de cemento                                  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2A2] Producción de cal                                      | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2A3] Producción de vidrio                                   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2A3a] Comercialización de vidrio                            | 5  | 34.35  | 171.75  | 0.17175   | 62.69                                   |
| [2A4] Otros usos de carbonatos                               | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2A5] Otros  | 1  | 300  | 300   | 0.3   | 109.50                                  |
| [2A6] Presas de Jales  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[2B] Industria química</b>                                | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [2B1] Producción de amoníaco                                 | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B2] Producción de ácido nítrico                            | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B3] Producción de ácido adípico                            | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B5] Producción de carburo                                  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B6] Producción de dióxido de titanio                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B7] Producción de ceniza de sosa                           | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B8] Producción petroquímica y negro de humo                | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B9] Producción fluoroquímica                               | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2B10] Otros   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |

(Continúa)

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

**Tabla 36b.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>                        | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|---|--|--|---|---|---|
| <b>[2C] Industria de los metales</b>                                      | <b>72</b>  | <b>34.35</b>   | <b>2473.2</b>   | <b>2.4732</b>                                       | <b>902.72</b>                           |
| [2C1] Producción de hierro y acero  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2C2] Producción de ferroaleaciones                                       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2C3] Producción de aluminio  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2C4] Producción de magnesio  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2C5] Producción de plomo   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2C6] Producción de zinc  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2C7] Otros   | 72   | 34.35  | 2473.2  | 2.4732  | 902.72                                  |
| <b>[2D] Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente</b> | <b>47</b>  | <b>72.225</b>  | <b>520.2</b>  | <b>0.5202</b>                                       | <b>189.87</b>                           |
| [2D1] Uso de lubricantes  | 6  | 36   | 216   | 0.216   | 78.84                                   |
| [2D2] Uso de la cera de parafina  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2D3] Uso de solventes  | 34   | 1.875  | 63.75   | 0.06375   | 23.27                                   |
| [2D4] Otros   | 7  | 34.35  | 240.45  | 0.24045   | 87.76                                   |
| <b>[2E] Industria electrónica</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0.00</b>                             |
| [2E1] Circuitos integrados o semiconductores                              | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2E2] Pantalla plana tipo TFT   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2E3] Células fotovoltaicas   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2E4] Fluido de transferencia térmica                                     | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2E5] Otros   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |

(Continúa)

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

**Tabla 37c.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de la categoría Procesos industriales y usos de productos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>                                    | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|---|--|--|---|---|---|
| <b>[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono</b> | <b>26</b>  | <b>40.049</b>  | <b>1041.274</b>   | <b>1.041274</b>                                     | <b>380.07</b>                           |
| [2F1] Refrigeración y aire acondicionado  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2F2] Agentes espumantes  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2F3] Protección contra incendios   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2F4] Aerosoles   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2F5] Solventes   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2F6] Otras aplicaciones  | 26   | 40.049   | 1041.274  | 1.041274  | 380.07                                  |
| <b>[2G] Manufactura y utilización de otros productos</b>                              | <b>32</b>  | <b>13.41</b>   | <b>429.12</b>   | <b>0.42912</b>                                      | <b>112.81</b>                           |
| [2G1] Equipos eléctricos  | 30   | 10.08  | 302.4   | 0.3024  | 110.38                                  |
| [2G2] SF6 y PFC de otros usos de productos  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2G3] N2O de usos de productos  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [2G4] Otros   | 2  | 3.33   | 6.66  | 0.00666   | 2.43                                    |
| <b>[2H] Otros</b>   | <b>116</b>   | <b>36.99</b>   | <b>4290.84</b>  | <b>4.29084</b>                                      | <b>328.53</b>                           |
| [2H1] Industria de la pulpa y el papel  | 51   | 8.19   | 417.69  | 0.41769   | 152.46                                  |
| [2H2] Industria de la alimentación y las bebidas                                      | 64   | 7.2  | 460.8   | 0.4608  | 168.19                                  |
| [2H3] Otros   | 1  | 21.6   | 21.6  | 0.0216  | 7.88                                    |

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

## **Agricultura, Silvicultura Y Otros Usos De La Tierra**

El total de las emisiones anuales por el total de unidades económicas de la tercera categoría “Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra”, se presentan en las Tablas 38a y 39b. De la fuente “[3A] Ganado”, la subfuente “[3A1] Fermentación entérica” es la que predomina en las emisiones de CO<sub>2</sub>. No obstante, es importante mencionar que para la fuente “[3B] Tierras” se consideraron las capacidades de emisión y de absorción, por lo que algunos valores se recuperan en la Tabla 39b con valores negativos, mismos que se descuentan del total de las emisiones.

**Tabla 38a.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>             | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|--|--|--|---|---|---|
| <b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b> | <b>11,307,708.00</b>                               | <b>4,079.71</b>  | <b>46,132,125,078.46</b>                                | <b>46,132,125.08</b>                                | <b>1,951,889.38</b>                     |
| <b>[3A] Ganado</b>   | <b>11,275,662.00</b>                               | <b>4,028.23</b>  | <b>45,420,915,737.67</b>                                | <b>45,420,915.74</b>                                | <b>1,811,131.66</b>                     |
| <b>[3A1] Fermentación entérica</b>                             | 5,637,831  | 4027.33408   | 22705428924   | 22705429  | 1,800,530.15                            |
| [3A1a] Bovino  | 1,155  | 4017.44  | 4640143.2   | 4640.1432   | 1,693,652.27                            |
| [3A1b] Búfalos   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A1c] Ovinos  | 7,629  | 0.616  | 4699.464  | 4.699464  | 1,715.30                                |
| [3A1d] Caprino   | 1,087  | 0.84   | 913.08  | 0.91308   | 333.27                                  |
| [3A1e] Camello   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A1f] Caballos  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A1g] Mulas y asnos   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A1h] Porcinos  | 8,717  | 8.4  | 73222.8   | 73.2228   | 26,726.32                               |
| [3A1i] Otros (especificar)                                     | 5,619,243  | 0.03808  | 213980.7734   | 213.98077   | 78,102.98                               |
| <b>[3A2] Gestión del estiércol por día kilos</b>               | 5637831  | 0.892  | 5028945.252   | 5028.9453   | 10,601.51                               |
| [3A2a] Bovino  | 1,155  | 2.5  | 2887.5  | 2.8875  | 1,053.94                                |
| [3A2b] Búfalos   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A2c] Ovinos  | 7,629  | 0.12   | 915.48  | 0.91548   | 334.15                                  |
| [3A2d] Caprino   | 1,087  | 0.074  | 80.438  | 0.080438  | 29.36                                   |
| [3A2e] Camello   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A2f] Caballos  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A2g] Mulas y asnos   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| [3A2h] Porcinos  | 8,717  | 0.308  | 2684.836  | 2.684836  | 979.97                                  |
| [3A2i] Aves de corral  | 5,619,243  | 0.004  | 22476.972   | 22.476972   | 8,204.09                                |
| [3A2g] Otros (especificar)                                     | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |

(Continúa)

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

**Tabla 39b.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Tierra (hectáreas) con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b> | <b>Hectáreas por Uso de Suelo y Vegetación (INEGI, 2018)</b> | <b>CO<sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de CO<sub>2</sub> en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año CO<sub>2</sub></b> |
|--|--|--|---|---|---|
| <b>[3B] Tierra (hectáreas)</b>                     | <b>31988</b>   | <b>95.32</b>   | <b>1442927.84</b>                                       | <b>1442.9278</b>                                    | <b>526,668.66</b>                       |
| <b>[3B1] Tierra forestales</b>                     | <b>1951</b>  | <b>-16.44</b>  | <b>-32074.44</b>  | <b>-32.07444</b>                                    | <b>-11,707.17</b>                       |
| [3B1a] Tierras forestales que permanecen como tal  | 1951   | -16.44   | -32074.44   | -32.07444   | -11,707.17                              |
| [3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales    | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[3B2] Tierra de cultivo</b>                     | <b>25023</b>   | <b>53.42</b>   | <b>1336728.66</b>                                       | <b>1336.7287</b>                                    | <b>487,905.96</b>                       |
| [3B2a] Tierras de cultivo que permanecen como tal  | 25,023   | 53.42  | 1336728.66  | 1336.7287   | 487,905.96                              |
| [3B2b] Tierras convertidas a tierras de cultivo    | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[3B3] Praderas</b>                              | <b>3532</b>  | <b>-4.11</b>   | <b>-14516.52</b>  | <b>-14.51652</b>                                    | <b>-5,298.53</b>                        |
| [3B3a] Praderas que permanecen como tal            | 3532   | -4.11  | -14516.52   | -14.51652   | -5,298.53                               |
| [3B3b] Tierras convertidas en praderas             | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[3B4] Humedales</b>                             | <b>14</b>  | <b>-54.79</b>  | <b>-767.06</b>  | <b>-0.76706</b>                                     | <b>-279.98</b>                          |
| [3B4a] Humedales que permanecen como tal           | 14   | -54.79   | -767.06   | -0.76706  | -279.98                                 |
| [3B4b] Tierras convertidas en humedales            | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |
| <b>[3B5] Asentamientos</b>                         | <b>1338</b>  | <b>114.5</b>   | <b>153201</b>   | <b>153.201</b>                                      | <b>55,918.37</b>                        |
| [3B5a] Asentamientos que permanecen como tal       | 1338   | 114.5  | 153201  | 153.201   | 55,918.37                               |
| [3B5b] Tierras convertidas en asentamientos        | 0  | 0  | 0   | 0   | 0.00                                    |

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

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

Para la siguiente subfuente “[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra (hectáreas)” de la misma categoría “Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra”, solo se encontraron resultados en la subfuente de “[3C1c] Emisiones de quemado de biomasa en tierras praderas” con un total de 249,950 kg de CO<sub>2</sub> por una hectárea quemada. Considerando que el municipio de Zempoala registro para el último año un total 5 incendios con 58 hectáreas quemadas, se tiene que por el total de éstas hubo una emisión de 14,497.10 toneladas de CO<sub>2</sub>.

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

### **Residuos**

Para este subapartado se utilizó la “Metodología para el cálculo de emisiones de gases efecto invernadero generadas por residuos sólidos urbanos en sitios de disposición final” en la fase III anaeróbica. Las emisiones totales anuales de estos compuestos y gases se dividirán entre CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de acuerdo a la metodología del INECC (2006), por lo que no se realizaron mediciones y metodología para la contabilización de CO<sub>2</sub>.

Por otro lado, se tienen las emisiones por tratamiento y eliminación de aguas residuales, que se distribuyen a lo largo del municipio por medio de canales (CONAGUA, 2023), las cuales se utilizan para el riego de tierras de cultivo.

**Tabla 40.** Total de emisiones de IMCyGEI en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente                     | Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE) | CO <sub>2</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta | Total de CO <sub>2</sub> kg UEM*Emisiones diarias | Total de CO <sub>2</sub> en toneladas por día | Toneladas por año CO <sub>2</sub> |
|---|---|--|---|---|-----------------------------------|
| <b>[4] Residuos</b>   |   | <b>19,392.825</b>                                      | <b>19,392.825</b>                                 | <b>19.39</b>                                  | <b>7,078.38</b>                   |
| [4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales              |   | 19,392.83  | 19,392.83   | 19.39   | 7,078.38                          |
| [4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales |   | 19,392.83  | 19,392.83   | 19.39   | 7,078.38                          |

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

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

## **METANO CH<sub>4</sub>**

Dentro del total de emisiones de compuestos y gases también se consideró el Metano CH<sub>4</sub>; no obstante, no todas las categorías, fuentes y subfuentes fueron o significativas o fueron posibles para el proceso de medición de dicho gas.

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

### **Agricultura, Silvicultura Y Otros Usos De La Tierra**

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

De acuerdo a los resultados se puede determinar que las aves de corral al ser la categoría que tiene más unidades son las que tienen más emisiones de este gas.

**Tabla 41.** Total de emisiones de IMCyGEI (CH<sub>4</sub>) en Toneladas por año de Ganado con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente                    | Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE) | CH <sub>4</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta | Total de CH <sub>4</sub> kg UEM*Emisiones diarias | Total de CH <sub>4</sub> en toneladas por día | Toneladas por año CH <sub>4</sub> |
|--|---|--|---|---|-----------------------------------|
| <b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b> | <b>5637831</b>                              | <b>0.11</b>  | <b>606405.1024</b>                                | <b>606.4051024</b>                            | <b>701.27</b>                     |
| <b>[3A] Ganado</b>   | <b>5637831</b>                              | <b>0.11</b>  | <b>606405.1024</b>                                | <b>606.4051024</b>                            | <b>701.27</b>                     |
| <b>[3A2] Gestión del estiércol por día kilos</b>               | <b>5637831</b>                              | <b>0.11</b>  | <b>606405.1024</b>                                | <b>606.4051024</b>                            | <b>701.27</b>                     |
| [3A1a] Bovino  | 1155  | 0.0892   | <b>103.026</b>                                    | <b>0.103026</b>                               | <b>37.60</b>                      |
| [3A1b] Búfalos   |   |  |   |   | <b>0.00</b>                       |
| [3A1c] Ovinos  | 7629  | 0.00442  | <b>33.72018</b>                                   | <b>0.03372018</b>                             | <b>12.31</b>                      |
| [3A1d] Caprino   | 1087  | 0.00264  | <b>2.86968</b>                                    | <b>0.00286968</b>                             | <b>1.05</b>                       |
| [3A1e] Camello   |   |  |   |   | <b>0.00</b>                       |
| [3A1f] Caballos  |   |  |   |   | <b>0.00</b>                       |
| [3A1g] Mulas y asnos   |   |  |   |   | <b>0.00</b>                       |
| [3A2h] Porcinos  | 8717  | 0.011  | <b>95.887</b>                                     | <b>0.095887</b>                               | <b>35.00</b>                      |
| [3A2i] Aves de corral  | 5619243                                     | 0.0003   | <b>1685.7729</b>                                  | <b>1.6857729</b>                              | <b>615.31</b>                     |
| [3A2g] Otros (especificar)                                     |   |  |   |   | <b>0.00</b>                       |

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

## Residuos

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

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

**Tabla 42.** Total de emisiones de IMCyGEI (CH<sub>4</sub>) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente                               | Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE) | CH <sub>4</sub> kg Emisiones UEM-día Metodología mixta | Total de CH <sub>4</sub> kg UEM*Emisiones diarias | Total de CH <sub>4</sub> en toneladas por día | Toneladas por año CH <sub>4</sub> |
|---|---|--|---|---|-----------------------------------|
| <b>[4] Residuos</b>   | <b>1</b>                                    | <b>342.868</b>   | <b>342.868</b>                                    | <b>0.342868</b>                               | <b>125.15</b>                     |
| <b>[4A] Eliminación de residuos sólidos</b>                               | <b>1</b>                                    | <b>214</b>   | <b>214</b>  | <b>0.214</b>                                  | <b>78.11</b>                      |
| [4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios) | 1   | 214  | 214   | 0.214   | 78.11                             |
| <b>[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>                 | <b>0</b>                                    | <b>128.868</b>   | <b>0128.868</b>                                   | <b>0.128868</b>                               | <b>47.04</b>                      |
| [4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales           | 0   | 128.868  | 128.868   | 0.128868                                      | 47.04                             |

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

## ÓXIDO NITROSO N<sub>2</sub>O

Dentro del total de emisiones de compuestos y gases también se consideró el Óxido Nitroso N<sub>2</sub>O; no obstante, no todas las categorías, fuentes y subfuentes fueron o significativas o fueron posibles para el proceso de medición de dicho gas.

A continuación, se recuperan la categoría “Residuos”.

### Residuos

Para la categoría cuatro de “Residuos”, se retomó la fuente de “[4A] Eliminación de residuos sólidos” que, siguiendo con la metodología de INECC (2020), contempla las emisiones de N<sub>2</sub>O a través del tratamiento del primer método biológico de los RSU.

De igual manera, se retoma la fuente “[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales”, las cuales, como ya se mencionaba, se retomaron de acuerdo a la disposición final del agua. A partir de ello, se localiza que de los 3 gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O), es el N<sub>2</sub>O el que tiene menor concentración para dicha fuente.

**Tabla 43.** Total de emisiones de IMCyGEI (N<sub>2</sub>O) en Toneladas por año de Residuos con fuentes y subfuentes de Zempoala, 2023

| <b>Emisiones por Categoría, Fuente y Subfuente</b>                        | <b>Unidades Económicas Municipales (UEM-DENUE)</b> | <b>N<sub>2</sub>O kg Emisiones UEM-día Metodología mixta</b> | <b>Total de N<sub>2</sub>O kg UEM*Emisiones diarias</b> | <b>Total de N<sub>2</sub>O en toneladas por día</b> | <b>Toneladas por año N<sub>2</sub>O</b> |
|---|--|--|---|---|---|
| <b>[4] Residuos</b>   | <b>1</b>   | <b>112.154</b>   | <b>112.154</b>  | <b>0.112154</b>                                     | <b>40.94</b>                            |
| <b>[4A] Eliminación de residuos sólidos</b>                               | <b>1</b>   | <b>26.325</b>  | <b>26.325</b>   | <b>0.026325</b>                                     | <b>9.61</b>                             |
| [4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios) | 1  | 26.325   | 26.325  | 0.026325  | 9.61                                    |
| <b>[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>                 | <b>0</b>   | <b>85.829</b>  | <b>0</b>  | <b>0.085829</b>                                     | <b>31.33</b>                            |
| [4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales           | 0  | 85.829   | 0   | 0.085829  | 31.33                                   |

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

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presenta la tabla de resultados de los diferentes compuestos y gases de efecto invernadero por categoría (ver Tabla 44); posteriormente se muestran los valores de CO<sub>2</sub> eq para los mismos, los cuales se pudieron determinar una vez que se multiplicaron por su valor de potencial de calentamiento (Tabla 45).

A partir de ello, se presenta el Gráfico 27, en donde se puede observar que la categoría tres “Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo” es la que concentra el mayor número de emisiones para el municipio de Zempoala, esto principalmente por la fuente “[3A1] Fermentación entérica”, en donde las subfuentes de “[3A1a] Bovinos” y “[3A1i] Otros” emiten las mayores cantidades de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 44.** Total de toneladas anuales de emisiones de CyGEI por categoría del municipio de Zempoala

| CATEGORÍA  | CyGEI                         |                        |                         |
|--|-------------------------------|------------------------|-------------------------|
|  | CO <sub>2</sub><br>T/a*PC (1) | CH <sub>4</sub><br>T/a | N <sub>2</sub> O<br>T/a |
| 1. Energías  | 286,881.06                    | 0                      | 0                       |
| 2. Procesos industriales y usos de productos             | 2,086.18                      | 0                      | 0                       |
| 3. Agricultura, silvicultura y otros usos de las tierras | 1,951,889.38                  | 701.266                | 0                       |
| 4. Residuos  | 7,078.38                      | 125.15                 | 40.94                   |
| <b>Total</b>   | <b>2,247,935.01</b>           | <b>826.41</b>          | <b>40.94</b>            |

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

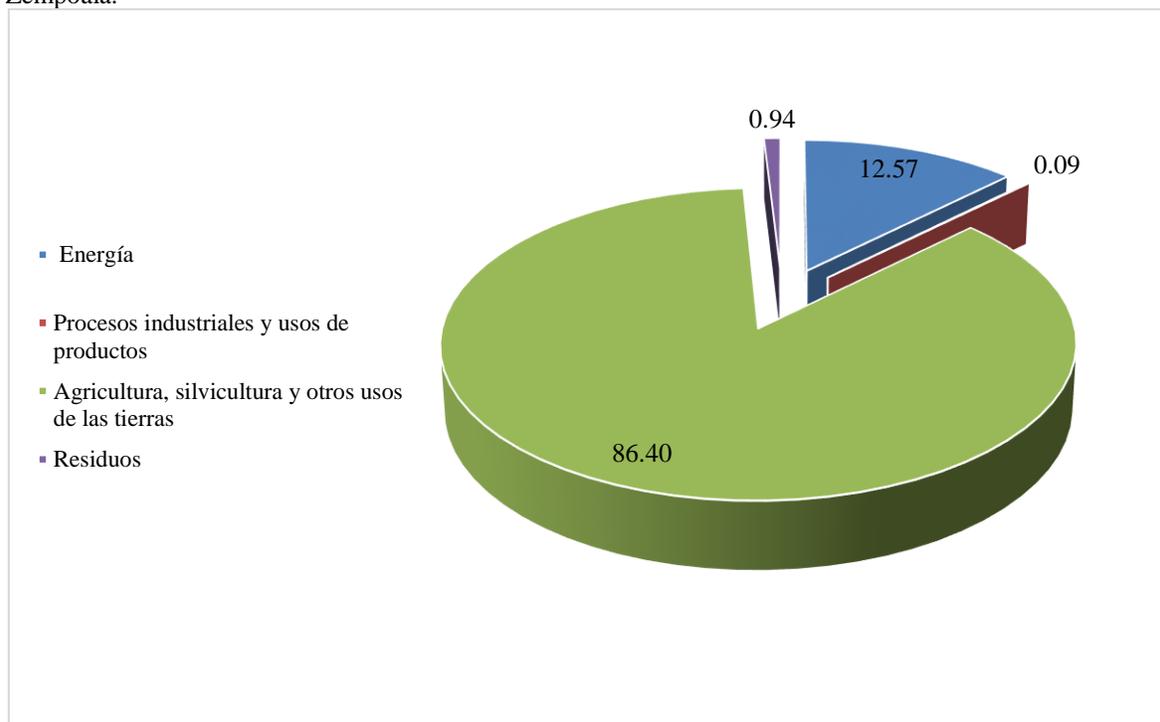
**Tabla 45.** Total de toneladas de CO<sub>2</sub>eq por categoría del municipio de Zempoala

| CATEGORÍA  | CyGEI CO2EQUIVALENTE         |                        |                              | TOTALES<br>CyGEI |
|--|------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------|
|  | CO <sub>2</sub><br>T/a*PC(1) | CH <sub>4</sub><br>T/a | N <sub>2</sub> O<br>T/a      |                  |
| 1. Energía   | 286,881.06                   | 0.00                   | 0.00                         | 286,881.06       |
| 2. Procesos industriales y usos de productos             | 2,086.18                     | 0.00                   | 0.00                         | 2,086.18         |
| 3. Agricultura, silvicultura y otros usos de las tierras | 1,951,889.38                 | 19,635.44              | 0.00                         | 1,971,524.82     |
| 4. Residuos  | 7,078.38                     | 3,504.11               | 10,848.10                    | 21,430.59        |
| Total por CyGEI  | 2,247,935.01                 | 23,139.55              | 10,848.10                    |                  |
|  |                              |                        | Total T/a CO <sub>2</sub> eq | 2,281,922.65     |

\*Nota: PC = Potencial de calentamiento.

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

**Gráfico 27.** Distribución porcentual de toneladas anuales de emisiones CO<sub>2</sub>eq por categoría del municipio de Zempoala.



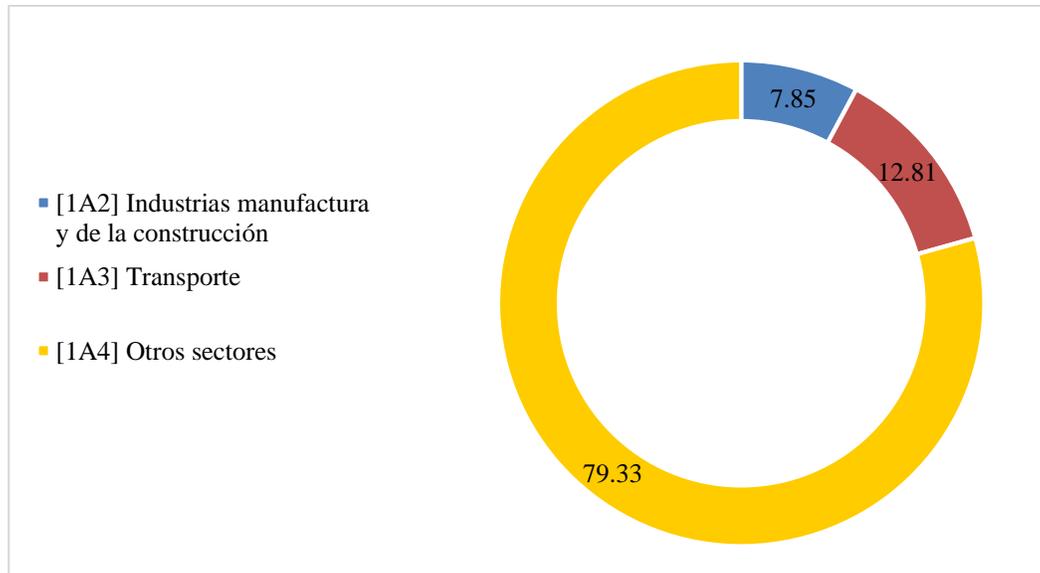
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

## Resumen por categoría y fuentes

### *Energía*

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

**Gráfico 28.** Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> (toneladas) por la fuente de Actividades de quema de combustible, Zempoala 2023



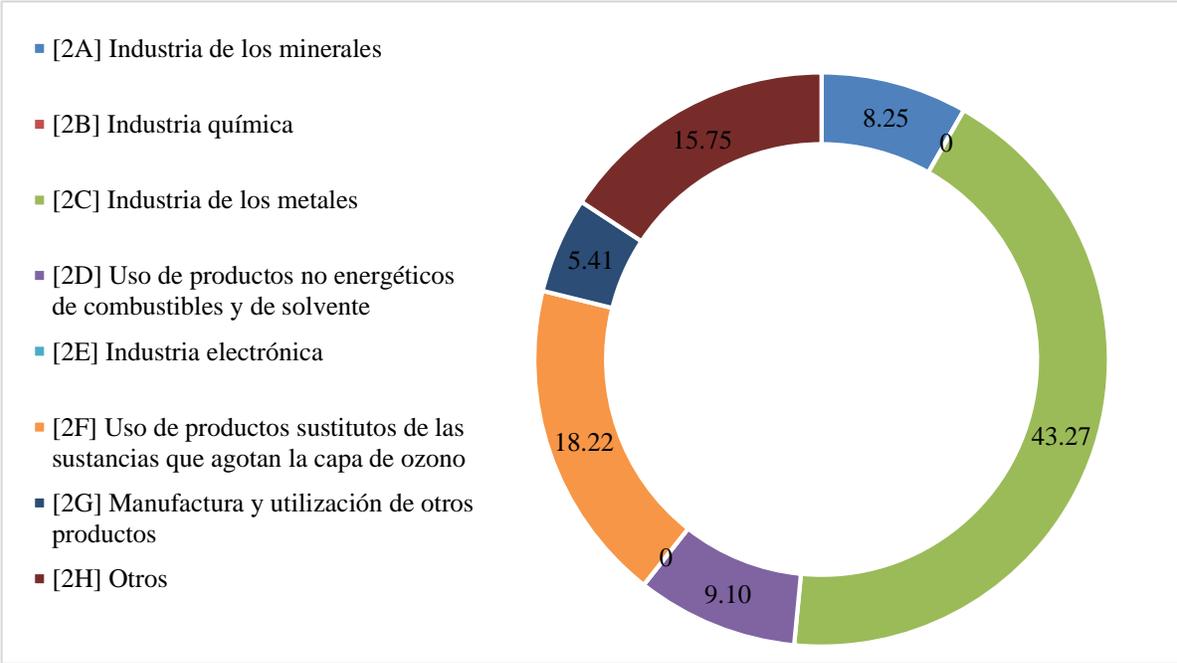
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

En el caso de la fuente de [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles de la categoría 1 Energía, solo tiene emisiones la subfuente de [1B3] Otras fuentes, en el cual se rescatan los apartados [1B3a y 1B3b] Gasolineras y gaseras, que comprenden el total de emisiones de CO<sub>2</sub>.

### *Procesos industriales y usos de productos*

Para esta categoría se realizó el Gráfico 29 de resumen, con el cual se puede determinar que la industria de los metales concentra el 43.27 por ciento del total de las emisiones.

**Gráfico 29.** Distribución porcentual de las emisiones anuales de CO2 (toneladas) por la categoría de Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente, Zempoala 2023



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

*Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*

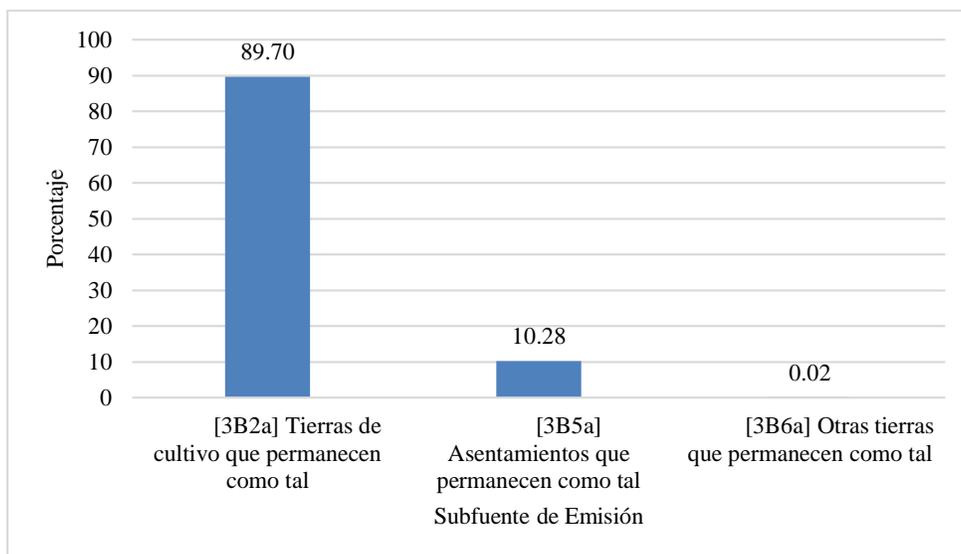
Para esta categoría se recupera en un primer momento la fuente de [3A] Ganado, en sus procesos de fermentación entérica y en su proceso de gestión de estiércol por kilos al día. En este caso, la subfuente [3A1] Fermentación entérica concentra el 99.41 por ciento de las emisiones totales.

Para el apartado de Metano CH<sub>4</sub> únicamente se recuperó la subfuente [3A2] Gestión de estiércol por día/kilo. Las cuales corresponden al 100 por ciento de las emisiones totales de CH<sub>4</sub>.

Para los Gráficos 30 y 31, se recuperó de la categoría 3, la fuente de: [3B] Tierras por hectárea, se dividen las subfuentes por su factor de emisión y absorción. Dentro de esta misma categoría se consideró la fuente: [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra, en la que también se consideraron las emisiones de CO<sub>2</sub>. Estas emisiones se concentraron en la subfuente de [3C1] Emisiones de quemado de biomasa en tierras forestales

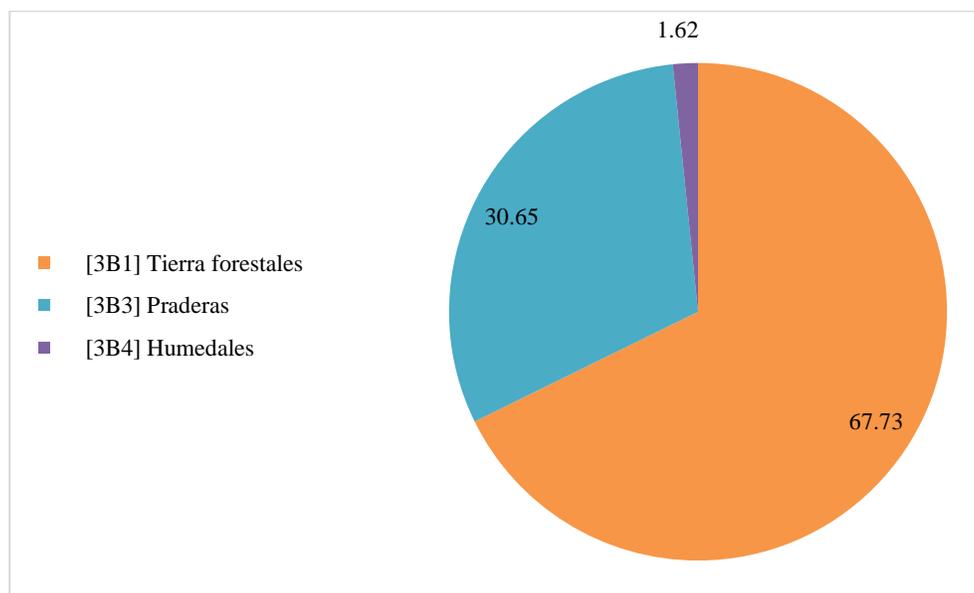
con su apartado [3C1c] Emisiones de quemado de biomasa en tierras de pradera con el 100 por ciento del total de las emisiones de la subfuente.

**Gráfico 30.** Distribución porcentual de las **emisiones** anuales de CO<sub>2</sub> (toneladas) por usos de la tierra, Zempoala 2023



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

**Gráfico 31.** Distribución porcentual de las **absorciones** anuales de CO<sub>2</sub> (toneladas) por la subfuente usos de la tierra, Zempoala 2023



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

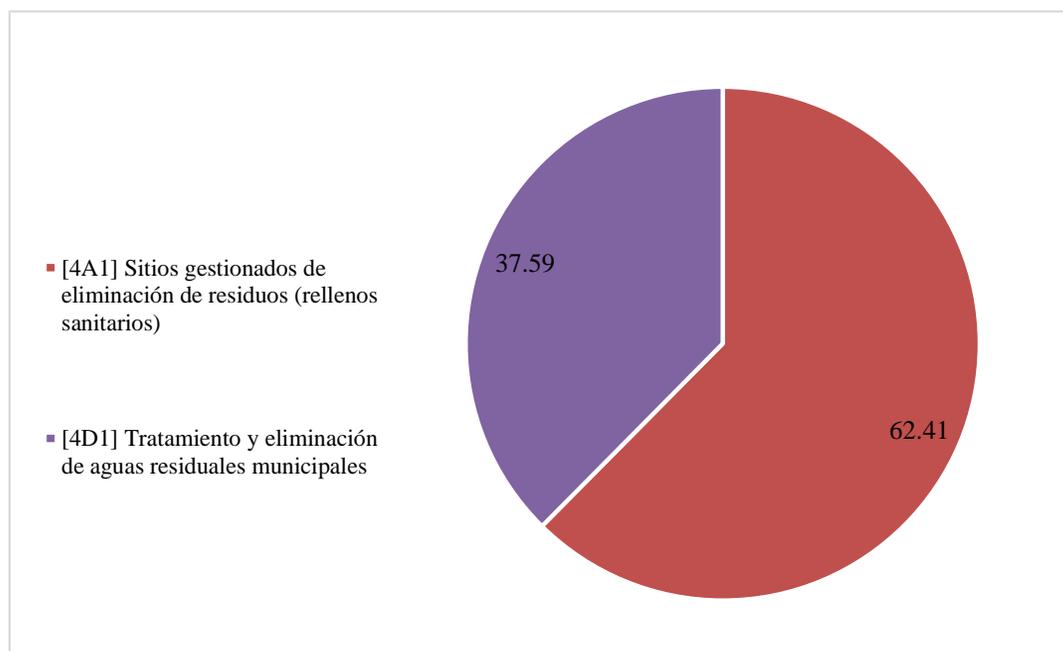
## Residuos

En el caso de la categoría 4 “Residuos”, solo se consideraron las emisiones de CO<sub>2</sub> en el caso de la fuente [4D] Tratamiento biológico de los residuos sólidos, cuya subfuente “[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales”, concentró el total de las emisiones.

Por otro lado, la distribución de los compuestos y gases de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, se contemplaron las fuentes “[4A] Eliminación de residuos sólidos” y “[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales”, los cuales se resumen en los Gráficos 32 y 33.

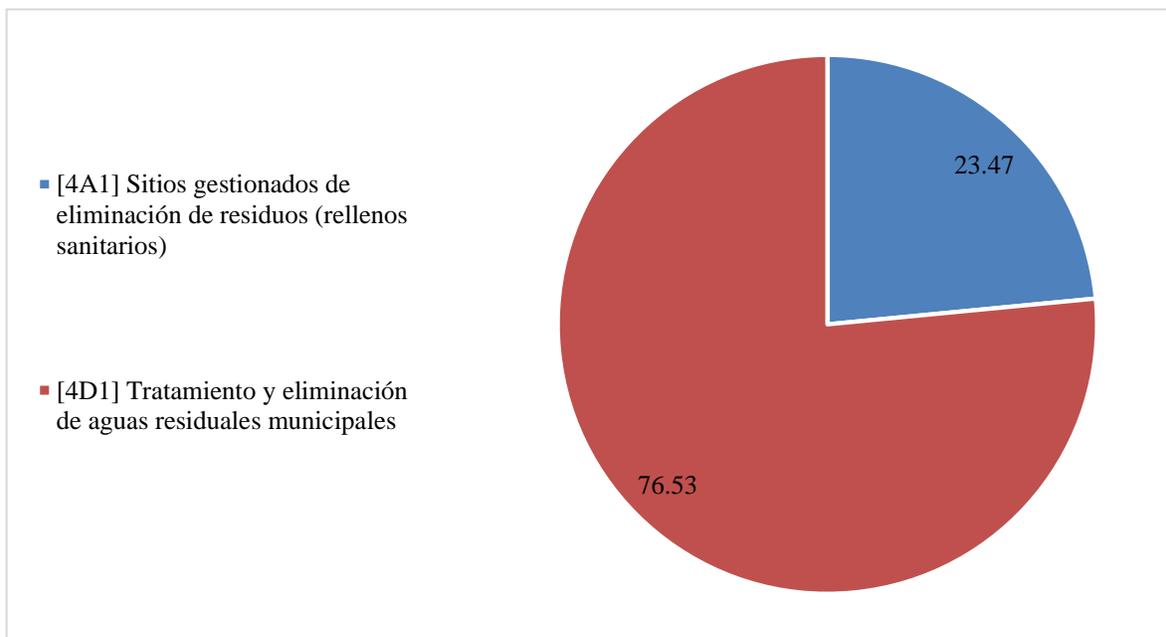
A partir de ello, se determina que el tratamiento y eliminación de aguas residuales concentra el 37.59 por ciento de las emisiones de CH<sub>4</sub> y el 76.53 por ciento de las emisiones de N<sub>2</sub>O.

**Gráfico 32.** Distribución porcentual de las emisiones anuales de CH<sub>4</sub> (toneladas) por residuos, Zempoala 2023



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

**Gráfico 33.** Distribución porcentual de las emisiones anuales de N<sub>2</sub>O (toneladas) por la categoría de residuos, Zempoala 2023



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

# **PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MUNICIPIO DE ZEMPOALA**

## **RESUMEN**

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

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

Dentro de los resultados más relevantes para el municipio de Zempoala se tiene que la categoría ‘Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra’ es la principal fuente emisora de CO<sub>2</sub>eq con una emisión que representa el 90.37 por ciento de las emisiones anuales totales, seguida de la categoría de ‘Energías’ con el 9.21 por ciento. Una vez localizadas las principales fuentes de dichas categorías se pasa a la evaluación y selección de las áreas de oportunidad para la agenda de adaptación y mitigación de dichos GEI; y a su vez, se realizan las proyecciones de aumento y reducción de los gases y compuestos que reflejen los panoramas generales del municipio ante la acción oportuna y la nula intervención.

## **INVENTARIO DE CyGEI**

De acuerdo al último “Inventario de Inventario municipal de emisiones de compuestos y gases efecto invernadero (IMECyGEI) Zempoala 2023”, documento adjunto a este programa, se emitieron un total de 2,193,896.54 tCO<sub>2</sub> eq. De este total las emisiones se

dividieron en cuatro grandes categorías de acuerdo a la clasificación del IPSS (2006), las cuales son:

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

De acuerdo con los datos presentados en el IMECyGEI Zempoala 2023, la categoría de Energía aportó el 9.21 por ciento del total de las emisiones; enseguida, la categoría de Procesos industriales y usos de productos representó únicamente el 0.10 por ciento de las emisiones; y la categoría de Residuos que únicamente aportó el 0.33 por ciento.

A su vez, se determinó que la categoría que más aportó emisiones fue Agricultura, silvicultura y usos de la tierra, con el 90.37 por ciento del total de las emisiones. Esto es debido a que el municipio de Zempoala tiene en su mayoría asentamientos rurales, en donde las actividades relacionadas con el Ganado, específicamente la subfuente fermentación entérica tuvo una emisión de 1,800,530.15 tCO<sub>2</sub> al año. Después se encuentran las emisiones de la subfuente de ‘Tierras de cultivo’ que tuvieron una emisión por uso de suelo de 87,497.92 tCO<sub>2</sub> anuales.

Por otro lado, la segunda categoría con más emisiones de CO<sub>2</sub> al año, como se ha mencionado, fue la de Energía, en donde las emisiones de GEI se concentraron en la fuente de Actividades de quema de combustible, en la cual predominaron las emisiones en la fuente de Otros sectores, en donde se consideraron las actividades de comercio/institucional, residencial, tiendas OXXO; además de algunas infraestructuras, que se sumaron como aportación al inventario y a la clasificación IPCC, tales como Centros administrativos, servicios de retiro, servicios de información y divulgación, financieros, educativos y de salud.

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

como ordenadores, maquinaria especializada (entre ellos respiradores), sistemas de iluminación, son básicos para la atención oportuna y de calidad; aunque por otro lado, el funcionamiento de estos edificios representa un consumo doble de energía (Cotrina, 2021) y por lo tanto, una fuente recurrente e importante de CO<sub>2</sub>.

La segunda fuente que predominó en la emisión de GEI en la categoría de Energía fue el transporte. En esta fuente se consideraron desde la aviación civil, autotransportes hasta transporte público y privado. De las subfuentes mencionadas, el transporte privado es la mayor fuente de emisiones de CO<sub>2</sub>, con el 69.62 por ciento del total general, seguida de la subcategoría de aforo vehicular por crucero (con el 20.71 por ciento). Ambas actividades se relacionan con la movilidad de la población, una actividad necesaria y diaria que forma parte de la cotidianidad de las personas.

## **ÁREAS DE VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO**

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

- Alteración de procesos ecosistémicos
- Impactos negativos sobre la salud de la población.
- Modificación de patrones biológicos.
- Pérdida de biodiversidad y cobertura vegetal.
- Erosión y sedimentación.
- Fragmentación de ecosistemas.
- Escasez de agua y riesgo asociado con los sistemas de suministro de agua.
- Abandono de tierras.
- Daño a equipamiento e infraestructura por aumento de inundaciones fluviales y pluviales.
- Conflictos por los recursos derivados del deterioro de los medios de subsistencia
- Movimientos de remoción de masa.
- Deficiencia en el servicio municipal de recolección de basura.
- Falta de alumbrado público.
- Aumento de la presencia de vertederos clandestinos
- Pérdida de biodiversidad en zonas de matorrales y bosques
- Pérdida de suelos principalmente de uso forestal
- Deficiencias en el manejo de aguas residuales urbanas
- Deficiencias en el manejo de aguas residuales industriales
- Deficiencias en el manejo de los residuos sólidos urbanos
- Aumento del parque vehicular que provoca contaminación en el aire

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

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

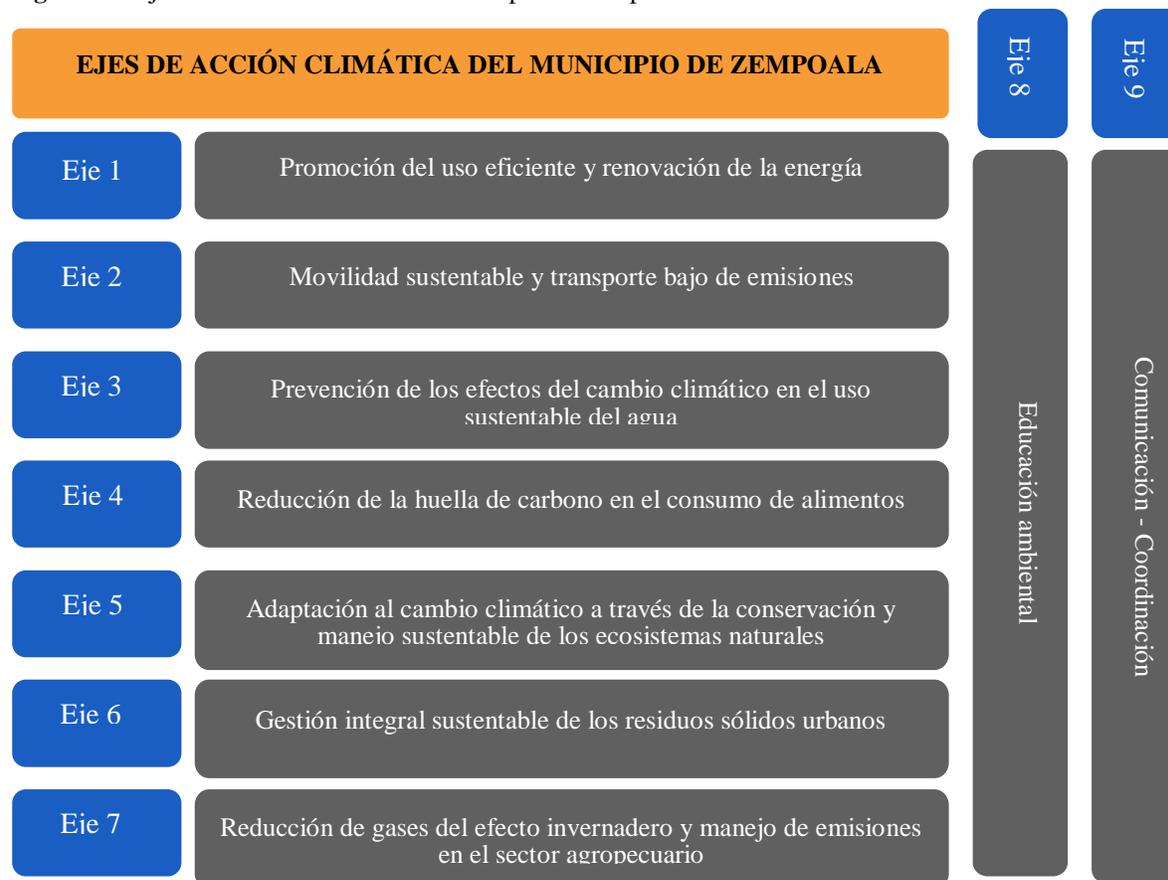
Por otro lado, a pesar de que el municipio presenta bajos índices de vulnerabilidad frente al cambio climático de acuerdo a las condiciones socioeconómicas de la población de Zempoala, subsisten grupos de población en zonas de riesgo ante inundaciones y deslizamiento de tierras, que es necesario atender.

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

promueve, consolida y fortalece el desarrollo sostenible e integral de Zempoala, para garantizar que los servicios básicos, las obras y acciones se realicen de manera oportuna y con calidad... [y] asegura el desarrollo social, turístico, cultural, educativo y económico del Municipio, con la participación directa y efectiva de las y los ciudadanos en pro de la maximización de los recursos materiales, económicos y humanos, así como la preservación del medio ambiente y los atractivos turísticos que posee (Municipio de Zempoala, 2021, pág. 9).

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

**Figura 10.** Ejes de acción climática del municipio de Zempoala



Fuente: Elaboración propia.

A partir de los ejes anteriormente presentados, se plantea atender las visiones del municipio que proponen la sostenibilidad a partir de la protección de recursos naturales para garantizar el bienestar de las personas a partir del crecimiento con equidad y el cuidado de recursos para la población de hoy y del futuro (Municipio de Zempoala, 2021, pág. 35).

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

## Proyecciones de emisiones

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

En la Tabla 46 se muestra un resumen de las proyecciones estimadas para dentro de 20 años, que abarcaría el periodo de 2023-2043 (ver Gráfico 34).

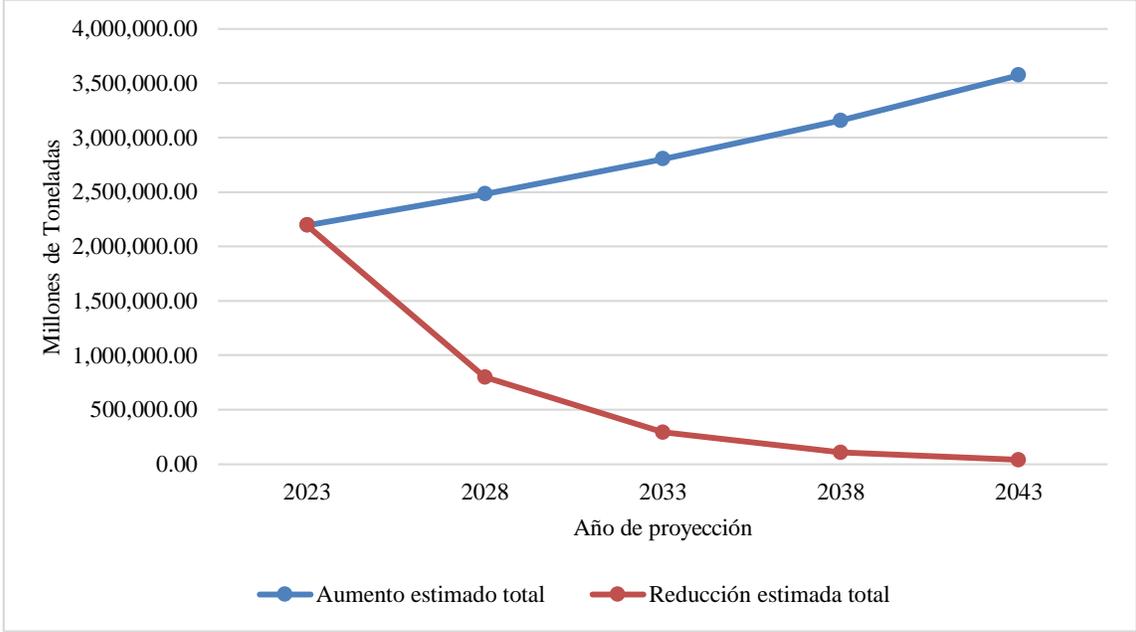
**Tabla 46.** Proyección de emisiones y reducciones estimada de emisiones de GEI del PMCC de Zempoala, 2023-2043

| Proyecciones  | Año            |              |              |              |              |
|---|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   | 2023           | 2028         | 2033         | 2038         | 2043         |
|   | <i>tCO2 eq</i> |              |              |              |              |
| Aumento estimado total  | 2,193,896.54   | 2,482,192.56 | 2,802,895.97 | 3,155,780.31 | 3,573,942.16 |
| *Energías   | 198,854.94     | 224,986.12   | 254,054.70   | 286,040.16   | 323,942.38   |
| *Procesos Industriales y Uso de Productos                               | 2,086.18       | 2,360.33     | 2,665.28     | 3,000.84     | 3,398.48     |
| *Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierras                   | 1,971,524.82   | 2,230,599.37 | 2,518,796.53 | 2,835,912.77 | 3,211,690.05 |
| *Residuos   | 21,430.59      | 24,246.74    | 27,379.46    | 30,826.53    | 34,911.25    |
| Distribución porcentual del aumento estimado al quinquenio anterior     |                | 13.14%       | 12.92%       | 12.59%       | 13.25%       |
| Reducción estimada total  | 2,193,896.54   | 798,950.60   | 290,953.58   | 105,956.47   | 38,586.14    |
| *Energías   | 198,854.94     | 72,416.94    | 26,372.05    | 9,603.90     | 3,497.45     |
| *Procesos Industriales y Uso de Productos                               | 2,086.18       | 759.73       | 276.67       | 100.75       | 36.69        |
| *Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierras                   | 1,971,524.82   | 717,969.56   | 261,462.75   | 95,216.80    | 34,675.07    |
| *Residuos   | 21,430.59      | 7,804.37     | 2,842.12     | 1,035.01     | 376.92       |
| Distribución porcentual de la reducción estimada al quinquenio anterior |                | 36.42%       | 36.42%       | 36.42%       | 36.42%       |

Nota: Las proyecciones de reducción se realizaron al 2 por ciento con la fórmula:  $Emisiones\ actuales * (1 - 0.02)^{10}$

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

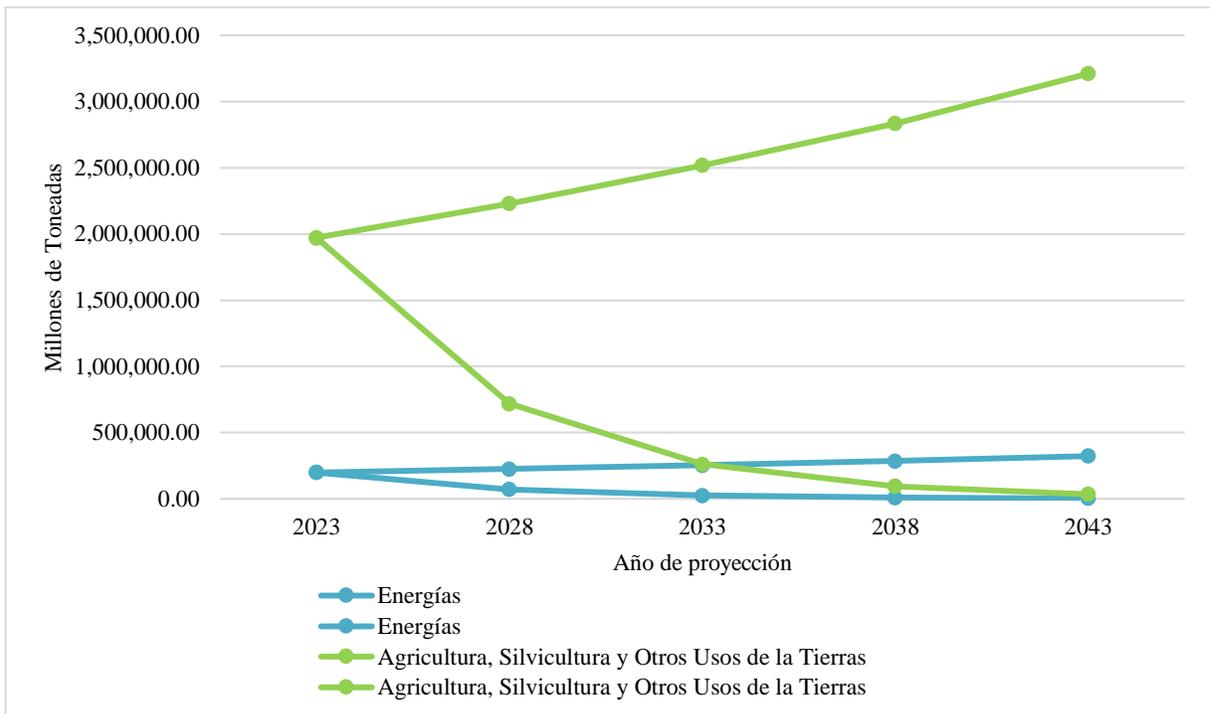
**Gráfico 34.** Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones totales por toneladas de CO<sub>2</sub> eq en Zempoala 2023-2043



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

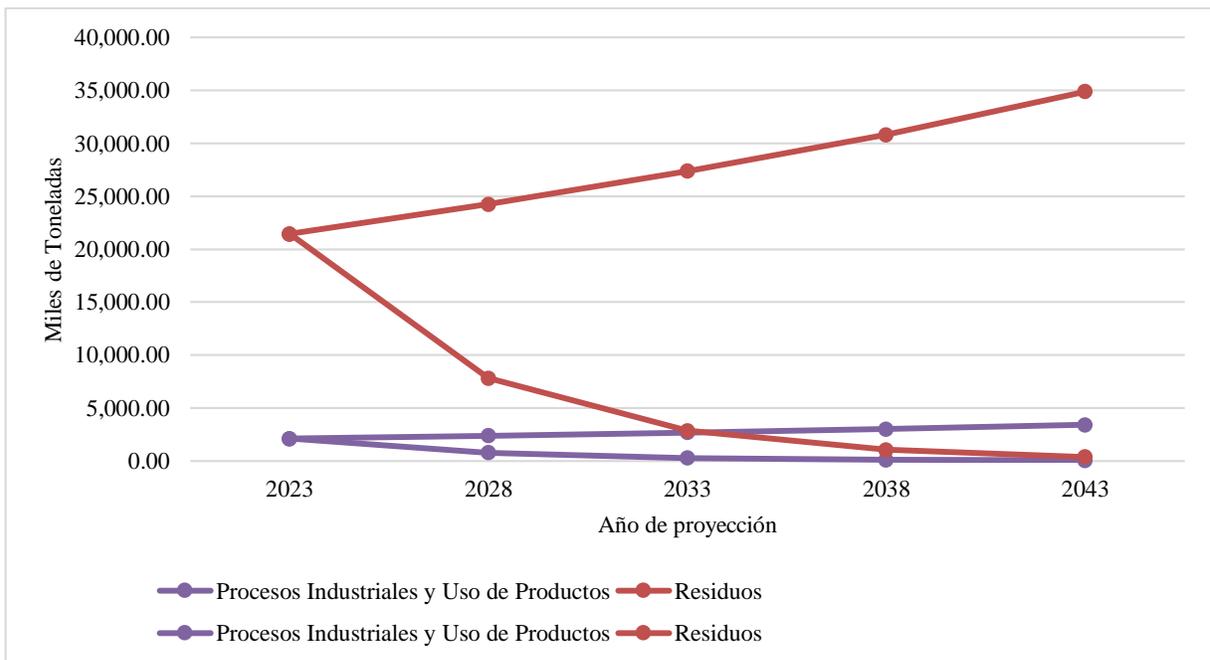
En el Gráfico 34 se observan las proyecciones de veinte años con el total de emisiones de CyGEI, por otro lado, los Gráficos 35 y 36 representan los aumentos y reducciones de los CyGEI en el municipio de Zempoala por categoría, cabe señalar que se realizó esta división debido a la diferencia en unidades y para mejor apreciación de las proyecciones.

**Gráfico 35.** Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Energía y Agricultura por toneladas de CO<sub>2</sub> eq en Zempoala 2023-2043



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

**Gráfico 36.** Proyecciones del aumento y reducción de las emisiones por las categorías de Procesos industriales y Residuos por toneladas de CO<sub>2</sub> eq en Zempoala 2023-2043



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

## **PLAN DE ACCIÓN PARA EL MUNICIPIO DE ZEMPOALA**

Para la integración final de una Política Pública Ambiental Municipal, que se refleje en la integración de un programa ambiental, se seguirá una ruta crítica que integre los siguientes pasos:

1.- Diagnóstico ambiental: Realizar un análisis exhaustivo de la situación ambiental del estado de Hidalgo. Evaluar los problemas ambientales existentes, como la contaminación del aire y del agua, la deforestación, la pérdida de biodiversidad y otros desafíos ambientales específicos de la región. Integrando los escenarios sociales, económicos, políticos y capacidades de organización como ciudad o colectividad.

2.- Objetivos y metas ambientales: Establecer objetivos claros y medibles para abordar los desafíos ambientales identificados. Estos objetivos pueden estar relacionados con la conservación de ecosistemas, la protección de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático, la gestión de residuos, entre otros aspectos relevantes. En su caso es el modelo de construcción de ejes de acción municipal, incluye la educación Ambiental y la Comunicación.

3.- Políticas y marcos legales: Identificar las políticas y leyes ambientales existentes en el estado y evaluar su efectividad. Si es necesario, proponer mejoras en la legislación y desarrollar nuevas políticas y regulaciones ambientales para fortalecer la protección del medio ambiente.

4.- Participación ciudadana: Fomentar la participación activa de la sociedad civil, las comunidades locales y los grupos de interés en la elaboración de la agenda ambiental. Realizar consultas públicas, talleres participativos y otras formas de diálogo para asegurar que las voces de los diversos actores sean escuchadas y consideradas. Se deberá incluir un mapa de análisis de la estructura jurídica ambiental a nivel estatal, incluyendo la Ley Orgánica Municipal, y los diversos reglamentos locales que regulan las actividades principales del municipio. Analizar a profundidad las formas legales que regulan los móviles (particulares y transporte público), RSU, agua potable y descargas residuales, fuentes de alto consumo de energía, rellenos sanitarios, y áreas de riesgo.

5.- Plan de acción: Desarrollar un plan de acción detallado que indique las medidas específicas a tomar para lograr los objetivos ambientales establecidos. Estas acciones pueden incluir programas de educación ambiental, incentivos para prácticas sostenibles, promoción de energías renovables, restauración de ecosistemas, entre otras acciones relevantes, y según el Inventario y el modelo de diseño de ejes de acción.

6.- Monitoreo y evaluación: Establecer mecanismos de monitoreo y evaluación para realizar un seguimiento del progreso y el impacto de las acciones implementadas. Esto permitirá evaluar la efectividad de la agenda ambiental y realizar ajustes en caso necesario, Se deberá proponer el diseño e implementación de una Comisión Intersectorial municipal, incluyendo ciudadanos y diversos actores locales (económicos, sociales, políticos, religiosos, académicos, ONG.), que sean los que operen, analicen, evalúen y retroalimenten el programa de Mitigación y Adaptación en forma integral.

7.- Alianzas y cooperación: Fomentar la colaboración y la cooperación con otras entidades y actores relevantes, tanto a nivel estatal como nacional e internacional. Establecer alianzas con organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, empresas y otras entidades para compartir conocimientos, recursos y mejores prácticas, incluyendo las instituciones y autoridades ambientales, y los coordinación intermunicipal y estatal. En este caso el esquema de ejes, se deberá de convertir en acciones con responsable, recursos, todo, bajo una agenda a 10, 20 y 30 años.

8.- Educación ambiental: Integrar la educación ambiental como un componente clave de la agenda. Promover programas educativos y de concienciación para aumentar el conocimiento y la comprensión de los problemas ambientales, fomentar la adopción de comportamientos sostenibles y empoderar a la población para tomar acciones concretas, y desarrolladas con base a ciudades sostenibles. Todos los niveles de educación, medios de comunicación, redes sociales, espacios públicos, áreas de comunicación municipal, instituciones públicas, deberán tener actividades de educación y comunicación en forma permanente, con bases científicas e información certera y validada.

A continuación, se presentan las estrategias o ejes con sus respectivas propuestas de líneas de acción por cada categoría del IMECyGEI, Zempoala.

**Tabla 47.** Plan de acción por categoría y eje para el municipio de Zempoala

| <b>Categoría 1: Energía</b>  |  |
|--|--|
| <p><b>Objetivo:</b> Disminuir los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y crear conciencia en la población para beneficiar su economía y calidad de vida.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el uso de energías renovables impactando sustancialmente en la economía.</li> <li>• Impulsar la transición a energías sustentables.</li> <li>• Regulación del consumo energético por espacios habitacionales, comerciales y administrativos.</li> <li>• Conversión del sistema de transporte público de combustible fósil.</li> </ul> |  |
| <p><i>Estrategia (eje) I: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i></p> <p>Con el aumento constante de la población y los asentamientos urbanos, aunado al constante cambio en el estilo de vida que implica la utilización de recursos renovables y no renovables para el avance de las actividades económicas, en el municipio de Zempoala es de sumo interés enfocar los esfuerzos en la concientización del uso y consumo energético.</p>  |  |
| <b>Tema</b>  | <b>Líneas de acción</b>  |
| A.1. Eficiencia energética   | <p>A.1.1. Plan integral municipal de auditoria de energías y acciones de mitigación para el ahorro y eficiencia de energías</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el consumo energético de los edificios municipales, además de las escuelas y hospitales.</li> <li>• Promover el uso responsable de la energía a través de difusión de información en medios impresos y digitales.</li> <li>• Creación de materiales de difusión y desarrollo de foros.</li> <li>• Desarrollar reuniones mensuales para la evaluación de acciones implementadas por el municipio</li> </ul> <p>A.1.2.- Diseño y elaboración del Plan Integral de Acciones para el Ahorro de Energías por organización, institución y unidades productivas a partir de cada auditoria de energías.</p> |
| A.2. Uso e incorporación de fuentes renovables   | <p>A.2.1 Energía solar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el uso de luminarias públicas con energía solar</li> <li>• Promover el uso de claraboyas (tragaluz).</li> </ul>  |

(continúa)

| <b>Tema</b>   | <b>Líneas de acción</b>   |
|---|---|
| A.3. Transferencia de tecnología de desarrollo y baja emisión de carbono.   | <p>A.3.1. Diseño de nuevas tecnologías aplicables a edificios y equipamiento domésticos con bajo consumo de energía.</p> <p>A.3.3. Creación de implementos financieros para la creación de mercados para la energía renovable.</p> <p>A.3.5. Diseño de tecnología para la eficiencia del transporte urbano, e innovación de modelos de consumo de energía.</p> <p>A.3.6. Análisis y reorganización del uso de la tierra, creación de nuevas tecnologías y modelos para el reordenamiento territorial y evaluación de reservas de carbono y reducir las fuentes emisiones de GEI.</p>  |
| A.6. Desarrollo de proyectos de ahorro y eficiencia de uso de energía   | <p>A.6.1. Temas de campañas de concientización.</p> <p>A.6.3. Programa de orden y eficiencia de consumo de energías.</p> <p>A.6.5. Integración transversal de instituciones gubernamentales para la cultura ambiental.</p> <p>A.6.6. Legislación y reglamentación para la integración transversal de temas y acciones de cambio climático en los niveles de gobierno.</p> <p>A.6.7. Diseño de consultora para Proyecto de eficiencia energética, eficiencia del uso de la energía y la promoción de un mercado sostenible</p> <p>A.6.8. Diseño de Fideicomisos y grupos financieros para la expansión de servicios y equipos destinados a alcanzar la eficiencia energética.</p> <p>A.6.9. Creación del centro de formación, diseño y desarrollo de tecnologías para ahorro y eficiencia del uso de energías.</p> |
| <p><b><i>Estrategia (eje) 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i></b></p> <p>La movilidad de la población es un factor relevante para el desarrollo económico del municipio, por eso es preciso enfocar los esfuerzos en la búsqueda de implementar medidas encaminadas al mejoramiento y optimización de los medios de transporte colectivo y privado que correspondan al ritmo de crecimiento poblacional registrado en el municipio.</p> |   |
| <b>Tema</b>   | <b>Líneas de acción</b>   |
| B.1. Desarrollo de sistemas e infraestructura de transporte público bajo en emisiones   | <p>B.1.5 Integración de infraestructura y equipamiento de tecnologías de la información al transporte urbano.</p> <p>B.1.9. Desarrollo de infraestructura urbana de transporte público para ciudades medias.</p> <p>B.1.16. Desarrollo de estaciones y transporte sustentable urbano laboral a centros industriales y de trabajo de alta concentración.</p> <p>B.1.17. Desarrollo de transporte escolar sustentable eléctrico en las ZM.</p> <p>B.1.19. Desarrollo de infraestructura y equipamiento de rutas de ciclistas y estaciones con enlaces al transporte público urbano metropolitano.</p>   |

(continúa)

| Tema   | Líneas de acción   |
|--|--|
| B.1.   | <p>B.1.20. Creación de infraestructura de centros de desarrollo y reemplazo de motores de baja emisión de GEI, eléctricos y de control para la asistencia tecnológica.</p> <p>B.1.21. Diseño y desarrollo de infraestructura para los centros de desarrollo del transporte público y sustentable para el control y seguimiento de emisión de GEI.</p>  |
| B.2. Reordenamiento de rutas de transporte e integración a un sistema de transporte eficiente y bajo en emisiones de GEI | <p>B.2.1. Reorganización de redes de comunicación y rutas de transporte público urbano, periurbano por ZM y Municipio.</p> <p>B.2.2. Reconversión del equipo e infraestructura del transporte público urbano metropolitano a energía eléctrica y/o biocombustibles.</p> <p>B.2.4. Desarrollo de un modelo de transporte urbano de taxis eléctricos en ZM.</p> <p>B.2.5. Desarrollo de un sistema de transporte individual eléctrico.</p> <p>B.2.6. Desarrollo de un sistema integral sustentable de transporte individual eléctrico de bicicletas.</p> <p>B.2.7. Desarrollo de sistema integral del transporte sustentable basado en las tecnologías de la información para la aplicación de planes de movilidad en ZM, turismo, escolar, de servicios. Con módulos virtuales para articular medidas para reducir el crecimiento de la demanda previsible de movilidad (Planes de Movilidad Urbana y de Empresas, fomento de sistemas de teletrabajo y tele-asistencia, sistemas de fomento de la movilidad motorizada compartida, etc.).</p> <p>B.2.8. Desarrollo de Sistema Informático que permita articular medidas de equilibrio para el reparto modal del transporte de personas y mercancías hacia aquellas tecnologías más eficientes (fomento del transporte público, modos no motorizados, fomento del transporte de mercancías en ferrocarril, potenciar la intermodalidad, etc.). Asegurar en forma virtual la racionalidad de la movilidad.</p> <p>B.2.9. Creación del centro de capacitación para la formación de conductores responsables para el manejo de vehículos bajo el concepto de habilidades y técnicas para emitir menos contaminantes durante la conducción.</p> |

(continúa)

| Tema   | Líneas de acción  |
|--|---|
| B.2.   | B.2.10. Rediseño de cruceros de alta intensidad de vehículos, para reducir los tiempos de flujo, establecimiento de paraderos con límites de tiempo de espera, nueva señalética   |
| B.7. Elaboración de reglamentos y norma de verificación de vehículos, transporte y maquinaria que utilice motores de energía fósil.  | B.7.1 Creación y diseño de reglamentación para regular los niveles de emisión de gases según tipo de motores, capacidad, vehículo, consumo y tamaño a nivel estatal y según la armonización de leyes dentro de la megalópolis.  |
| <b>Categoría 2: Procesos Industriales y Uso de Productos</b>   |   |
| <b>Objetivo:</b> Regular los procesos industriales realizados por las empresas en el municipio de Zempoala con el fin de moderar las emisiones de Gases de efecto Invernadero (GEI).   |   |
| <b>Objetivos Específicos:</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las principales unidades económicas de emisiones para determinar las acciones pertinentes que tomaran las autoridades municipales.</li> <li>• Socializar con los comerciantes al por menor y crear lasos de cooperación social.</li> </ul>  |   |
| Fomentar el consumo responsable de alimentos y mejorar el procesamiento industrial de estos.   |   |
| <i>Estrategia (eje) 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimentos</i>  |   |
| A pesar de que las emisiones provenientes de las unidades económicas de este sector no son las preponderantes en el municipio, los residuos generados por éstas han tenido impacto en la composición de los ecosistemas, por lo tanto, es necesario prestar atención a las emisiones generadas por los procesos industriales con el fin de atender las problemáticas presentes y prevenir problemas futuros.   |   |
| Tema   | Líneas de acción  |
| G.2. Elaboración de un sistema integral de indicadores de emisiones de GEI a nivel municipal para establecer las bases de referencia de las acciones de intervención para la mitigación e integración al sistema estatal de planeación de acciones para la mitigación y adaptabilidad.   | <p>G.2.2. Diseño, creación y desarrollo del Sistema estatal de Planeación para la aplicación de acciones de mitigación para el Cambio Climático.</p> <p>G.2.3. Diseño de un Sistema Integral de Riego y Vulnerabilidad para el diseño de acciones de intervención a nivel municipal.</p> <p>G.2.4. Diseño, creación e implementación de Sistema Integral de Información sobre Indicadores de mitigación ante el cambio climático a nivel Municipal.</p> |
| G.4 Diseño y desarrollo de un sistema de bonos ecológicos para la industria que apliquen de mitigación y reducción de GEI y desarrolle nuevas tecnologías y proceso sustentables al interior de sus organizaciones y planta, manejo de aguas residuales y sólidos y la eficiencia de la energía y reconversión de sistemas de consumo de energías, recuperación de ecosistemas, plantas tratadoras de agua, desarrollo de proyectos ecológicos al interior de las propias plantas, uso y manejo de nuevos combustibles alternativos que reduzcan el uso de combustibles fósiles. | G.4.1. Creación de Normas y estándares estatales de mitigación ante el cambio climático en el estado. Que incluyan bonos de desarrollo de tecnologías ambientales, sustentables, de nuevas energías y procesos en la industria en relación de sus capacidades de reemplazo por energías renovables, aplicación de nuevas tecnologías ambientales, uso y manejo de agua y residuos sólidos.  |

(continúa)

**Categoría 3. Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo**

**Objetivo:** Fomentar la agricultura sustentable y el manejo de excretas del ganado como fuentes de energía (combustible) alternativa.

**Objetivos Específicos:**

- Identificar los principales cultivos y los procesos de rotación agrícola como alternativa de agricultura de conservación.
- Mejoramiento en el sistema de captación y distribución del servicio de agua municipal.
- Creación de apoyos para la gestión de biodigestores y generar fuentes alternas de combustible.
- Fortalecer las relaciones de agricultores con autoridades municipales, para conservar espacios de cultivo y desarrollar un plan estratégico agrícola.
- Creación de un registro municipal de animales de granja.
- Impulsar la conservación de espacios verdes o áreas destinadas a la recuperación ambiental.

*Estrategia(eje) 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua*

| Tema  | Líneas de acción   |
|---|--|
| <p>J1 Uso sostenible de los recursos hídricos y el manejo de conservación.</p>  | <p>J1.1 Identificar las principales áreas de absorción o captadores de agua y delimitar estas zonas como conservación.<br/>                     J1.2 Socializar con las empresas, sector público y educativo para genera conciencia sobre la conservación y reutilización del agua mediante conferencias y mesas de dialogo con la ciudadanía.<br/>                     J1.3 Desarrollo de áreas de conservación y zonas ecológicas en el municipio.</p>   |
| <p>J2. Reglamentos y legislaciones que garanticen la distribución y manejo adecuado de los recursos hídricos priorizando las localidades donde se sufre de escases.</p> | <p>J2.1 Fortalecer la normativa municipal a fin de garantizar que el sector privado estará comprometido a construir y dar mantenimiento a plantas tratadoras de agua residuales.<br/>                     J2.2 Modificar el reglamento de construcción, donde se establezca que los nuevos fraccionamientos están comprometidos a contar con áreas destinadas a la captura de agua y esta sea reutilizada.<br/>                     J2.3 Establecer alianzas con el sector agropecuario mediante apoyos económicos, para dar uso a las aguas tratadas en los campos de cultivo y establecer centros con captadores de agua.<br/>                     J2.4 Realizar una evaluación periódica del sector hídrico mediante un plan integral de manejo y uso de los recursos hídricos municipales.</p> |

(continúa)

**Estrategia (eje) 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario.**

Teniendo en cuenta que el sector agropecuario es el principal emisor de GEI en el municipio, las emisiones y sus efectos en el medio ambiente terminan por afectar la calidad de vida de la población, por lo tanto, es necesario buscar acciones certeras que puedan ser de auxiliares en la mitigación del cambio climático buscando la participación de actores clave del sector público y privado, administrativo, ciudadanos, etc. para garantizar la conservación de la tierra, Seguridad Alimentaria y la delimitación de las áreas de absorción de GEI.

C.1. Diseño y desarrollo de proyectos y programas que apliquen nuevas prácticas de agricultura orientadas a la sostenibilidad.

- C.1.1. Creación de nuevos bosques, gestión forestal y gestión de tierras agrícolas para la captura del CO<sub>2</sub> presente en relación al fortalecimiento de cultivos que promuevan bonos ecológicos.
- C.1.2. Modificación y mejora en la eficiencia de las prácticas de riego, por ejemplo, realizar inundaciones a menor altura disminuyen las emisiones de metano.
- C.1.4. Hacer un buen manejo del fertilizante, que tiene como base la utilización de la fuente, cantidad, época y localización, lo cual, ayuda a evitar las emisiones de óxido de nitrógeno, a amentar los niveles de material orgánico y al mismo tiempo, reducir los gastos de insumos.
- C.1.6. Un mejor tratamiento de las tierras de cultivo y pastoreo (por ejemplo, mejores prácticas agronómicas, uso de nutrientes, labranza y tratamiento de los residuos)
- C.1.7. Rehabilitación de los suelos orgánicos, la recuperación de tierras degradadas, ordenación.
- C.1.9. Mejora en la ganadería y el aprovechamiento del estiércol.
- C.1.10. Mejora en la ganadería y el aprovechamiento del estiércol.
- C.1.18. Los residuos de zonas agrícolas como podas, desperdicios de legumbres, este otros, comúnmente no se les da un manejo adecuado o son quemados. Por lo que se sugiere se realicen algunas acciones como el fortalecer del uso de residuos agrícolas
- C.1.19. Dar valor agregado, y maximizar uso de los residuos como alimento en el sector ganadero, producción de abono orgánico por composta ya sea natural o lombricomposta. Producción de bioenergía a través de biodigestores, uso de residuos para bio-remediación de suelos contaminados.

(continúa)

| Tema   | Líneas de acción  |
|--|---|
| <p>C.2. Consolidación de un sistema productivo agrícola sostenible y autosuficiente.</p> | <p>C.2.2. Promover prácticas agrícolas sostenibles es esencial para garantizar la salud del suelo, el agua y los ecosistemas. Se deben implementar técnicas como la agricultura orgánica, la rotación de cultivos, el control biológico de plagas y el uso eficiente de recursos como el agua y la energía.</p> <p>C.2.3. Apoyo y capacitación a los agricultores locales, especialmente a los pequeños productores. Esto puede incluir la provisión de acceso a crédito, la formación en técnicas agrícolas modernas, el acceso a mercados y la promoción de cooperativas agrícolas.</p> <p>C.2.4. Fomentar la diversificación de cultivos ayuda a reducir la dependencia de monocultivos y aumenta la resiliencia del sistema productivo frente a enfermedades, plagas y condiciones climáticas adversas. Además, la diversificación contribuye a una mayor seguridad alimentaria y nutricional al promover una dieta equilibrada.</p> <p>C.2.5. Implementar políticas y prácticas para proteger los recursos naturales, como bosques, ríos y suelos. Esto implica la adopción de medidas para prevenir la deforestación, la degradación del suelo y la contaminación del agua, así como promover la conservación de la biodiversidad.</p> <p>C.2.6. Infraestructura agrícola, como sistemas de riego eficientes, almacenamiento y transporte de alimentos, para garantizar una producción y distribución eficiente. Se deben realizar inversiones en infraestructura para mejorar la productividad y reducir las pérdidas poscosecha.</p> <p>C.2.9. Investigación agrícola y la adopción de tecnologías innovadoras para mejorar la productividad y la sostenibilidad del sistema alimentario. Es necesario invertir en investigación agrícola, desarrollo de nuevas variedades de cultivos, técnicas de conservación de alimentos y sistemas de producción eficientes.</p> <p>C.2.10. Consolidación de un sistema productivo agrícola sostenible y autosuficiente con colaboración entre diferentes actores, como el gobierno, los agricultores, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. La creación de alianzas estratégicas puede ayudar a compartir conocimientos, recursos y buenas prácticas.</p> |

(continúa)

| Tema   | Líneas de acción  |
|--|---|
| <p>C.3. Implementación de un sistema agroforestal sustentable estatal a través de cadenas –producto como el maíz, cebada, etc.</p>   | <p>C.3.2. -La forestación de terrenos desarbolados supone, un incremento de la capacidad de fijación de GEI del ecosistema en el que se actúa. La acumulación, se produce tanto en la biomasa de la repoblación, como en la mejora del suelo lo cual incrementa los sumideros de carbono.</p> <p>C.3.3. Promover cubiertas forestales y reservas de carbono asociado para la regeneración o establecimiento de bosques en áreas con poco o no cubierta forestal o en suelos que no han sido históricamente forestados debido a las actividades humanas.</p>   |
| <p>C.4. Diseño y desarrollo de un plan estatal de manejo de producción ganadera enfocada a la reducción de GEI</p> <p style="padding-left: 40px;">INTENSIVA<br/>EXTENSIVA<br/>Pecuario<br/>Ovinos<br/>Aves (granjas)</p> | <p>C.4.2. La mejora en la dieta reduce las emisiones de metano por unidad de producto mediante un aumento del rendimiento, incluyendo ganancia de peso, producción de leche y performance reproductiva. También pueden reducirse las emisiones de metano por unidad de energía digestible consumida por el animal. Esta opción es aplicable a rumiantes con recursos alimenticios limitados. Asumiendo que la digestibilidad del alimento aumenta un 5%, las emisiones de metano por unidad de producto podrían disminuir en el orden del 10 al 25%, dependiendo de las prácticas de manejo. El mejoramiento en la dieta puede darse a través de: tratamiento a alimentos gruesos de baja digestibilidad, picando los alimentos o triturándolos antes de darlos al consumo de los animales, mediante suplantación alimenticia de proteínas y minerales, así como, el aumento y mejoramiento en la producción de forraje.</p> <p>C.4.8. Promover el uso de especies arbóreas locales para forraje. Las especies arbóreas locales, pueden tener un alto contenido de proteína y buen rendimiento de biomasa comparado con las gramíneas, por ser especies locales se reduce el costo de producción y de transportación. Además de presentar un alto potencial de crecimiento. En este rubro las plantas forrajeras arbustivas con altas densidades y en áreas medianas o pequeñas, presentan una estrategia viable para intensificar los sistemas de carne y leche y liberar tierra para otros fines agroforestales</p> |

(continúa)

| Tema   | Líneas de acción   |
|--|--|
|  | <p>C.4.9. Mitigación de emisiones generadas en el manejo del estiércol Las emisiones de GEI generadas por el manejo y almacenamiento de estiércol aportan en el Estado de Hidalgo 115.26 de CO<sub>2</sub>e, estas emisiones están relacionadas con la producción de óxido nitroso. Son de estiércol, en biodigestores con sistemas recolectores de biogás y en la generación de lombricomposta. Un biodigestor es, en términos generales, un compartimiento el cual se fermenta la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Como resultado de este proceso se obtiene un gas combustible que posee aproximadamente 66% de metano y 33% de bióxido de carbono. El material resultante de la biodigestión, o efluente, puede ser directamente usado como abono y como acondicionador del suelo, pues los nutrientes como el nitrógeno se tornan más disponibles, mientras los otros como el fósforo y el potasio no se ve afectados en su contenido y su disponibilidad.</p> <p>C.4.10. -Producción de biocombustibles. A diferencia de los combustibles fósiles que se obtienen de la energía almacenada en los fósiles, los biocombustibles (bioetanol, biodiesel y biogás) provienen de la biomasa, la materia que constituye a los seres vivos, sus productos y desechos. La biomasa es una fuente renovable, ya que su producción es más rápida que la formación de los combustibles fósil - Entre los cultivos posibles de utilizar para la elaboración de biocombustibles, están los de alto contenido de carbohidratos (caña de azúcar, maíz, mandioca), las oleaginosas (olivo, sorgo, soja, girasol, palmas) y las esencias forestales (eucalipto, pinos). A mediano plazo se puede considerar el uso de biocombustibles a base de metanol y etanol mezclado con gasolina</p> <p>C.4.11.-Generación de electricidad con biomasa La generación de electricidad con biomasa implica el uso de desechos orgánicos, los cuales como se mencionó anteriormente pueden provenir de residuos sólidos urbanos, rurales, desechos agropecuarios o de manejo forestal sostenible.</p> |
| C.5. Control y regulación de la producción de carne/animales a nivel industrial. | C.5.5. Diseño y desarrollo de proyecto de manejo de granjas avícolas en forma integral, bajo el manejo de recuperación, control y uso de metano, y cambio de modelo a energías renovables.   |

(continúa)

#### Categoría 4: Residuos

##### Objetivo:

Desarrollar un plan integral de manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos como mitigación a la generación de emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

##### Objetivo específico:

- Realizar manuales de clasificación de residuos y desarrollo de un punto o banco residuos de valor, fomentando la economía circular.
- Análisis de principales residuos emitidos por las grandes industrias y el manejo de reutilización de estos.
- Rediseño de espacios destinados a la disposición final de residuos.
- Fomento de centros de reciclaje, compostaje y huertos urbanos.
- Señalamiento y redirección del servicio de recolección de RSU a las localidades lejanas del municipio.
- Ajustar los reglamentos de sanciones administrativas por la quema clandestina de basura y tiraderos clandestinos.

##### *Estrategia(eje) 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos*

La generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es un aspecto inevitable de los habitantes de las poblaciones y su manejo es una de las principales problemáticas que enfrenta el municipio, es por ello que es una prioritario el desarrollo de medidas inmediatas para diagnosticar y atender la problemática de forma sustentable y permanente.

| Tema  | Líneas de acción   |
|---|--|
| <p>F.1. Diseño y desarrollo de infraestructura para la recepción, trato e industrialización de residuos, sustentándose en la operación de leyes, reglamentos y normas que operan en el estado de Hidalgo.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Rehabilitación de las redes de captación de residuos.</li><li>-Agua</li><li>-Basura-hogar</li><li>-Desechos industriales</li><li>-Comercio</li><li>-Instalaciones administrativas</li><li>-Alcantarillado</li><li>-Hospitales</li><li>-Rastros</li><li>-Talleres y maquinaria</li><li>-Gasolineras</li></ul> | <p>F.1.3. Promover la edificación que contempla reducción de uso de energía, tratamiento integral de residuos, uso de materiales ecológicos en su construcción, son estrategias que en conjunto representarían reducción de GEI de manera significativa. Además, se contempla la promoción de uso de equipos de bajo consumo de energía y tecnologías de energía renovables para uso doméstico. El consumo de energía y la energía incorporada en los edificios podría reducirse mediante una mayor utilización de las tecnologías actuales, como el diseño solar pasivo, sistemas de ventilación, enfriamiento y calentamiento de mayor rendimiento, aislamientos, materiales de construcción de alta reflectividad, ventanas selladas múltiples y el tratamiento integral de residuos, entre otras. Lo anterior puede lograrse al establecer una política de incentivos, que permita motivar a los propietarios de edificios comerciales, industriales e instalaciones existentes a mejorar la eficiencia del uso de energía y otros recursos en estas construcciones.</p> |

(continúa)

| Tema   | Líneas de acción  |
|--|---|
| F.1.   | F.1.7. Mitigación de emisiones generadas por agua residual doméstica, comercial, industrial y manejo de lodos. Las aguas residuales domésticas procedentes de zonas de vivienda y de servicios son generadas principalmente por las actividades domésticas cotidianas.  |
| F.2. Diseño, creación e implementación de un Sistema Industrial integral de uso y manejo industrial de residuos.   | F.2.1. Establecimiento de rellenos sanitarios adaptados para captura GEI. Los rellenos sanitarios son responsables de entre el 8 y el 12 % del total de emisiones antropogénicas del metano en todo el mundo. El potencial de reducción de emisiones a partir de quema del metano procedente de rellenos sanitarios puede representar un 8% del total de CERs en el mundo. Implementar rellenos sanitarios eficientes para el aprovechamiento de subproductos, los cuales pueden captar los gases generados para su posterior combustión o para generación de electricidad. Con esta medida se pretende reducir un 50% de las emisiones de este sector. |
| F.3. Diseño, desarrollo e implementación de tecnologías para el manejo, procesos y transformación de residuos  | F.3.1. Mitigación en residuos sólidos (RS). La descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos en los rellenos sanitarios produce metano que puede utilizarse en la generación de calor. Además, la incineración de residuos a cielo abierto malgasta un potencial energético y emite dióxido de carbono.   |
| F.4. Elaboración de planes municipales de uso y manejo de residuos bajo infraestructura y tecnología sustentable para la reducción y/o capacitación de GEI y transferencia de procesos innovadores de control y bajo modelos ecológico.  | F.4.1. Establecer estrategias recolección, separación y reutilización de basura. Esta estrategia, reduce la cantidad de residuos depositados en los rellenos sanitarios, o directamente al medio ambiente, lo que a su vez reduce la cantidad de GEI emitido. Para esta estrategia es básico implementar sistemas de recolección adecuados a las necesidades y oportunidades de los municipios, para lo cual se debe implantar y fortalecer una cultura de reducción, de reusó y reciclado de residuos.   |
| F.6. Desarrollo de tecnología para el tratamiento de aguas residuales bajo métodos innovadores y sustentables en equilibrio con los ecosistemas. Cambio en los métodos de pago de servicios de agua, en tanto se logre reestructurar el alcantarillado público (paga más quien más ensucie el agua) de ahí que invertir en plantas tratadoras a nivel municipal. | F.6.1. Reorganización de los Sistemas de recuperación de aguas residuales.<br>F.6.2. Creación de nuevas tecnologías de recuperación y limpieza de aguas residuales domésticas e industriales.<br>F.6.3. Cambio en la administración de registro de consumo de agua con tecnologías de medición de consumo de agua a través de desechos residenciales e industriales de aguas residuales.<br>F.6.4. Rediseño de la legislación de uso y manejo de agua potable y entubada, para el cambio de formas de pago.   |

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que estas propuestas de acción, como se ha mencionado, se rigen bajo 2 ejes transversales:

- Eje 8: Educación Ambiental
- Eje 9: Comunicación y Coordinación

Nota:

Algunas propuestas de intervención y adaptación específicas se presentan en los apartados especiales de “Residuos Sólidos Urbanos” y “Fuentes móviles” del municipio de Zempoala.

### JERARQUIZACIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Como último punto en el Plan Municipal de Cambio Climático, se presenta la propuesta de jerarquización de acciones de intervención y mitigación de acuerdo a:

- Categorías con más emisiones GEI
- Áreas de vulnerabilidad
- Proyecciones de emisiones

**Tabla 48.** Jerarquización de las acciones 2023-2030<sup>6</sup>

|  | 2023                               | 2024                         | 2025                            | 2026   | 2027   | 2028   | 2029   | 2030   |
|--|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>CATEGORÍA 1: ENERGÍAS</b>               |                                    |                              |                                 |        |        |        |        |        |
| A1-Eficiencia energética                   | A.1.1. Auditoría-energías          | A.1.1.                       | A.1.1.                          | A.1.1. | A.1.1. | A.1.1. | A.1.1. | A.1.1. |
|  |                                    | A.1.2. Plan.Aborro-Energía   | A.1.2.                          | A.1.2. | A.1.2. | A.1.2. | A.1.2. | A.1.2. |
| A2-Incorporación de Energías limpias       |                                    |                              | A.2.ES Energía-Solar            | A.2.ES | A.2.ES | A.2.ES | A.2.ES | A.2.ES |
| A3-Tecnologías de baja emisión de carbono. | A.3.1. Tecnologías de bajo consumo | A.3.1.                       | A.3.1.                          | A.3.1. | A.3.1. | A.3.1. | A.3.1. | A.3.1. |
|  |                                    | A.3.2. Eficiencia energética | A.3.2.                          | A.3.2. | A.3.2. | A.3.2. | A.3.2. | A.3.2. |
|  |                                    |                              | A.3.5. Eficiencia de Transporte | A.3.5. | A.3.5. | A.3.5. | A.3.5. | A.3.5. |
|  | A.3.6 Reordenamiento territorial   | A.3.6.                       | A.3.6.                          | A.3.6. | A.3.6. | A.3.6. | A.3.6. | A.3.6. |

(continúa)

|  | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|

<sup>6</sup> Importancia de la intervención

|                        |                      |                         |                     |
|------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
|                        |                      |                         |                     |
| Intervención inmediata | Intervención gradual | Intervención esporádica | Mitigación integral |

|   |   |  |   |   |                   |                   |                   |                   |
|---|---|--|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A6-Proyectos de eficiencia y ahorro   |   | A.6.1<br>Consientización<br>A.6.2<br>Programa de ahorro            | A.6.1<br>A.6.2  | A.6.1<br>A.6.2  | A.6.1<br>A.6.2    | A.6.1<br>A.6.2    | A.6.1<br>A.6.2    | A.6.1<br>A.6.2    |
| <b>Estrategia (eje) 2: Movilidad sustentable y transporte bajo de emisiones</b>         |   |  |   |   |                   |                   |                   |                   |
| B1-Transporte reducción de emisiones  |   |  | B.1.5<br>Tecnologías de información<br>B.1.9<br>Ciudades medias | B.1.5<br>B.1.9  | B.1.5<br>B.1.9    | B.1.5<br>B.1.9    | B.1.5<br>B.1.9    | B.1.5<br>B.1.9    |
|   |   | B.1.16<br>Transporte sustentable – laboral<br>B.1.17<br>T- Escolar | B.1.16.<br>B.1.17   | B.1.16.<br>B.1.17   | B.1.16.<br>B.1.17 | B.1.16.<br>B.1.17 | B.1.16.<br>B.1.17 | B.1.16.<br>B.1.17 |
|   |   |  |   | B.1.20<br>Centros de desarrollo<br>B.1.21<br>Control y seguimiento de GEI | B.1.20<br>B.1.21  | B.1.20<br>B.1.21  | B.1.20<br>B.1.21  | B.1.20<br>B.1.21  |
| B2-Sistema de transporte eficiente  | B.2.9<br>Capacitación vial<br>B.2.10<br>Rediseño-cruceros | B.2.9<br>B.2.10  | B.2.9<br>B.2.10   | B.2.9<br>B.2.10   | B.2.9<br>B.2.10   | B.2.9<br>B.2.10   | B.2.9<br>B.2.10   | B.2.9<br>B.2.10   |
| B7- Reglamentación para la verificación de transportes.                                 |   | B.7.1<br>B.7.2   | B.7.1<br>B.7.2  | B.7.1<br>B.7.2  | B.7.1<br>B.7.2    | B.7.1<br>B.7.2    | B.7.1<br>B.7.2    | B.7.1<br>B.7.2    |
| <b>CATEGORIA 2: PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>                            |   |  |   |   |                   |                   |                   |                   |
| <b>Estrategia (eje) 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimentos</b> |   |  |   |   |                   |                   |                   |                   |
| G2. Sistema integral de indicadores de emisiones GEI                                    | G.2.3<br>S-I <sup>7</sup> Riesgo y vulnerabilidad         | G.2.3  | G.2.3   | G.2.3   | G.2.3             | G.2.3             | G.2.3             | G.2.3             |
|   | G.2.4<br>S-I<br>Información de indicadores                | G.2.4  | G.2.4   | G.2.4   | G.2.4             | G.2.4             | G.2.4             | G.2.4             |
| G4. Sistema de bonos ecológicos   | G.4.1.<br>Capacidades de remplazo de energías             | G.4.1.   | G.4.1.  | G.4.1.  | G.4.1.            | G.4.1.            | G.4.1.            | G.4.1.            |

(continúa)

<sup>7</sup> Sistema Integral.

**CATEGORÍA 3- AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE SUELO**

**Estrategia(eje) 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua**

|                           |  |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| J.1 Recursos Hídricos     | J.1.1<br>Zonas de absorción                          | J.1.1 |
|                           | J.1.2<br>Socialización                               | J.1.2 |
|                           | J.1.3<br>Áreas de conservación                       | J.1.3 |
| J.2 Distribución y manejo | J.2.1<br>Fortalecimiento o normativo                 | J.2.1 |
|                           | J.2.2<br>Reestructuración reglamento de construcción | J.2.2 |
|                           | J.2.3<br>Alianzas sector agropecuario                | J.2.3 |
|                           | J.2.4<br>Plan integral RH <sup>8</sup>               | J.2.4 |

**Estrategia (eje) 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario.**

|  |   |                |                |                |                |                |                |                |
|--|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| C.1 Prácticas de agricultura innovadoras | C.1.1<br>Fortalecimiento forestal y de cultivos             | C.1.1          |
|  | C.1.2<br>Prácticas de riego                                 | C.1.2          |
|  | C.1.4<br>Manejo de fertilizante                             | C.1.4          |
|  | C.1.6<br>Tratamiento – pastoreo                             | C.1.6          |
|  | C.1.7<br>Rehabilitación de suelos<br>C.1.9<br>Uso estiércol | C.1.7<br>C.1.9 |

(continúa)

<sup>8</sup> Recursos Hídricos

|  | 2023                        | 2024                                       | 2025  | 2026                      | 2027             | 2028             | 2029             | 2030             |
|--|-----------------------------|--|---|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  |                             | C.1.18<br>Manejo de RZA <sup>9</sup>       |   |                           |                  |                  |                  |                  |
|  |                             | C.1.19<br>Maximizar uso de Residuos de RZA | C.1.18<br>C.1.19                                      | C.1.18<br>C.1.19          | C.1.18<br>C.1.19 | C.1.18<br>C.1.19 | C.1.18<br>C.1.19 | C.1.18<br>C.1.19 |
| C.2 Sistema productivo agrícola sostenible |                             | C.2.2<br>A - Orgánica                      | C.2.2   | C.2.2                     | C.2.2            | C.2.2            | C.2.2            | C.2.2            |
|  |                             |  | C.2.3<br>Acceso a créditos                            | C.2.3                     | C.2.3            | C.2.3            | C.2.3            | C.2.3            |
|  |                             | C.2.4<br>Diversificación de cultivos       | C.2.4   | C.2.4                     | C.2.4            | C.2.4            | C.2.4            | C.2.4            |
|  |                             | C.2.5<br>Políticas de protección           | C.2.5   | C.2.5                     | C.2.5            | C.2.5            | C.2.5            | C.2.5            |
|  |                             |  | C.2.6<br>Sistemas de riego                            | C.2.6                     | C.2.6            | C.2.6            | C.2.6            | C.2.6            |
|  |                             |  | C.2.9<br>Tecnologías innovadoras                      | C.2.9                     | C.2.9            | C.2.9            | C.2.9            | C.2.9            |
|  |                             |  | C.2.10<br>Sistema productivo o alimentario sostenible | C.2.10                    | C.2.10           | C.2.10           | C.2.10           | C.2.10           |
| C.3 Sistema agroforestal sustentable       |                             | C.3.2<br>Forestación                       | C.3.2   | C.3.2                     | C.3.2            | C.3.2            | C.3.2            | C.3.2            |
|  |                             | C.3.3<br>Reservas de Carbono               | C.3.3   | C.3.3                     | C.3.3            | C.3.3            | C.3.3            | C.3.3            |
| C.4 Plan de manejo de producción ganadera  |                             | C.4.2<br>Transición                        | C.4.2   | C.4.2                     | C.4.2            | C.4.2            | C.4.2            | C.4.2            |
|  |                             |  | C.4.8<br>Rotación a especies arbóreas                 | C.4.8                     | C.4.8            | C.4.8            | C.4.8            | C.4.8            |
|  |                             |  |   | C.4.10<br>Biocombustibles | C.4.10           | C.4.10           | C.4.10           | C.4.10           |
|  |                             |  | C.4.11<br>Generación eléctrica - biomasa              | C.4.11                    | C.4.11           | C.4.11           | C.4.11           | C.4.11           |
| C.5 Regulación de producción de carnes     | C.5.5<br>Reducciones de CH4 | C.5.5                                      | C.5.5   | C.5.5                     | C.5.5            | C.5.5            | C.5.5            |                  |

(continúa)

<sup>9</sup> Residuos de Zonas Agrícolas

| CATEGORÍA 4 - RESIDUOS   |  |  |                                     |       |       |       |       |       |
|--|--|--|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Estrategia(eje) 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos |  |  |                                     |       |       |       |       |       |
| F.1 Infraestructura para el trato de residuos  |  | F.1.1 Fuentes alternas de generación eléctrica | F.1.1                               | F.1.1 | F.1.1 | F.1.1 | F.1.1 | F.1.1 |
|  |  |  | F.1.3 Edificación sustentable       | F.1.3 | F.1.3 | F.1.3 | F.1.3 | F.1.3 |
|  | F.1.7 Aguas residuales                             | F.1.7  | F.1.7                               | F.1.7 | F.1.7 | F.1.7 | F.1.7 | F.1.7 |
| F.2 Sistema industrial integral de uso y manejo industrial de residuos               |  |  | F.2.1 Rellenos sanitarios           | F.2.1 | F.2.1 | F.2.1 | F.2.1 | F.2.1 |
| F.3 Tecnologías para el manejo, proceso y transformación de residuos                 |  | F.3.1 Procesos Anaeróbicos                     | F.3.1                               | F.3.1 | F.3.1 | F.3.1 | F.3.1 | F.3.1 |
| F.4 Planes municipales de manejo de residuos   | F.4.1 S <sup>10</sup> -Recolección y clasificación | F.4.1  | F.4.1                               | F.4.1 | F.4.1 | F.4.1 | F.4.1 | F.4.1 |
| F.6 Tratamiento de aguas residuales  |  | F.6.1 S-Recuperación AR                        | F.6.1                               | F.6.1 | F.6.1 | F.6.1 | F.6.1 | F.6.1 |
|  |  | F.6.2 Limpieza – Del <sup>11</sup>             | F.6.2                               | F.6.2 | F.6.2 | F.6.2 | F.6.2 | F.6.2 |
|  |  | F.6.3 Mediciones de consumo                    | F.6.3                               | F.6.3 | F.6.3 | F.6.3 | F.6.3 | F.6.3 |
|  |  |  | F.6.4 Legislación UyM <sup>12</sup> | F.6.4 | F.6.4 | F.6.4 | F.6.4 | F.6.4 |
|  |  | F.6.5 ST <sup>13</sup> -Tecnologías            | F.6.5                               | F.6.5 | F.6.5 | F.6.5 | F.6.5 | F.6.5 |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>10</sup> Sistema

<sup>11</sup> Domesticas e Industriales

<sup>12</sup> Uso y Manejo

<sup>13</sup> Sector Turístico

## **EJE DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**

### **ANTECEDENTES**

La propuesta, dentro del proyecto de la Agenda Ambiental, y el diseño de los programas de mitigación y Adaptación a nivel municipal, para el eje de educación Ambiental, parte de los resultados, propuestas y acuerdos de la Carta de Belgrado y las recomendaciones de la 96 de la Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano de Estocolmo. En este Seminario, se promovió que la educación ambiental debe ser un eje fundamental que debe ser acompañado de las políticas públicas ambientales de los países miembros, parte de su financiamiento, e integración a los diversos sistemas de educación, medios de comunicación, y hoy, redes sociales. Se ha pedido un mayor desarrollo de la Educación Ambiental, la cual, debe basarse y vincularse ampliamente a los principios básicos definidos en la Declaración de las Naciones Unidas sobre el "Nuevo Orden Económico Internacional", y, a partir de ello derivar hacia diseño de la Educación Ambiental.

Actualmente, se cuenta con más herramientas, medios, tecnología y métodos para asegurar que la educación ambiental sea un ejercicio permanente y práctica cotidiana en los países, para la formación permanente de su población, debe ser transversal, multidisciplinario y con base a las propias condiciones cognitivas y de la vida cotidiana local. Además, deber ser acompañada por los ejes de Comunicación Ambiental y Coordinación institucional, y con los actores principales de los escenarios de intervención de los Programas de Mitigación y Adaptación municipal.

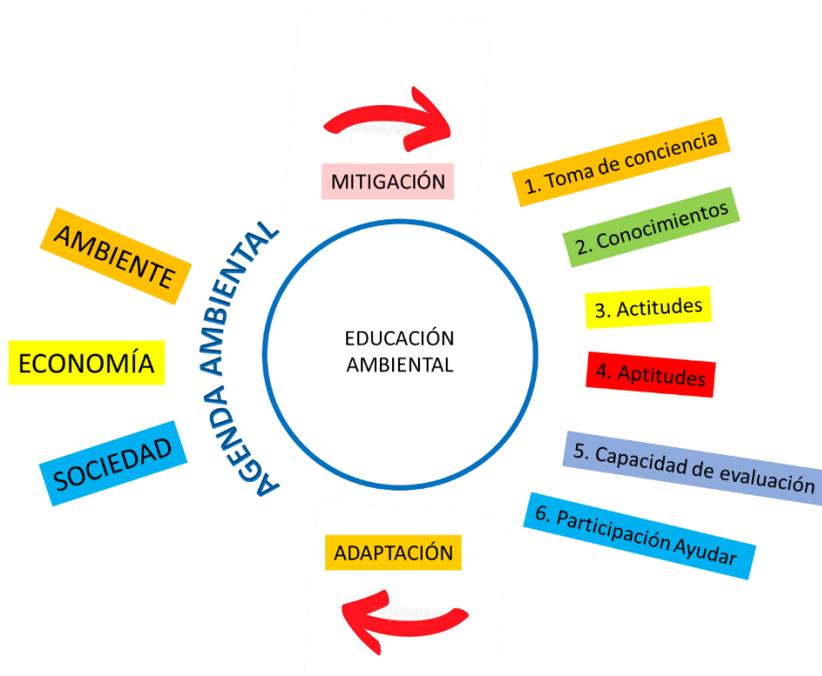
### **META DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL**

Desarrollar un programa de educación ambiental para la población municipal para creación de conciencia ambiental en la población, a través de la operación, coordinación y desarrollo de las diversas acciones que se aplicarán a través del Programa de Mitigación y Adaptación del municipio.

El desarrollo de la conciencia ambiental debe estar fundamentada en un conocimiento científico, identificar los diversos fenómenos que inciden y desarrollan en la salud humana y los ecosistemas locales, y los diversos daños sobre el ambiente, la economía y la sociedad

local. Esta educación ambiental, deber ser en forma permanente, institucionalizada, actualizada y con pleno conocimiento, que desarrolle una aptitud de incidencia, asegurar una actitud positiva, facilitar una motivación y compromiso permanente para la intervención individual, y la cooperación colectivamente que resuelva los problemas locales, tanto de incidencia como de restauración, mitigación y organización social, y que facilite la resiliencia de los sistemas para la adaptación.

**Figura 11.** Propuestas de organización para la mitigación y adaptación en sectores de incidencia



Fuente: Elaboración propia.

### **Objetivos de la Educación Ambiental (Carta de Belgrado, octubre, 1975)<sup>14</sup>**

**1. Toma de conciencia.** Formar a diversos grupos sociales a tomar conciencia sobre el fenómeno de CC, sus impactos, formas de emisiones de CyGEI, e identificación clara de las condiciones de deterioro ambiental y sus diversos sistemas a nivel del municipio, su

<sup>14</sup> Tomado de <https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/documentos/la-carta-de-belgrado>. Consultado en julio de 2023.

localización y niveles de deterioro. Analizar a profundidad el Inventario de CyGEI del municipio y el Programa de Mitigación y Adaptación.

**2. Conocimientos.** Facilitar que los ciudadanos y grupos humanos del municipio comprendan, analicen y dominen los conceptos básicos del fenómeno del CC, el panorama internacional de la legislación, metodologías y grupos de científicas que están estudiando este fenómeno. Y que cuenten con una comprensión básica del medio ambiente en su totalidad y sus diversos sistemas que integran lo espacio local, de los problemas principales en el agua, calidad del aire, fuentes de emisión, manejo de RSU, movilidad, aguas residuales, consumo de productos industrializados, biodiversidad y restauración, y alternativas sostenibles para mejorar estas condiciones.

**3. Actitudes.** Facilitar una educación con diversos medios, herramientas y técnicas, que faciliten que los miembros de la comunidad estén dispuestos a comportarse y obrar a favor del medio ambiente, en reducir la utilización de productos que afecten el medio ambiente, y a desarrollar acciones en coordinación de diversos actores locales, que impacten sobre las emisiones de CyGEI, el incremento de RSU, la contaminación del agua, y el exceso de uso de energías fósiles. Y que esta formación, sea orientada hacia adquirir valores sociales y un profundo interés por el medio ambiente que los impulse a participar activamente en su protección, restauración y mejoramiento.

**4. Aptitudes.** Diseño de herramientas y programas de educación que faciliten la formación y capacidad de una persona, para realizar adecuadamente actividades de intervención, mejoramiento y mayor incidencia. Y que los contenidos, sean orientados hacia adquirir conocimientos adecuados para desenvolverse adecuadamente en la operación del Programa de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático en el municipio, y en todos los temas que aborda, para crear ideas que resuelvan los problemas a la vez que fortalezcan sus sistemas.

**5. Capacidad de evaluación.** Formas a los diversos grupos e individuos a que desarrollen herramientas y actitudes críticas para la evolución de los avances e incidencia sobre los problemas ambientales del municipio. Así como evaluar las medidas y los programas de

educación ambiental en función de los factores ecológicos, políticos, sociales, estéticos y educativos.

6. **Participación-Cooperación.** Ayudar a las personas y a los grupos sociales a que desarrollen su sentido de responsabilidad y que tomen conciencia de la urgente necesidad de prestar atención a los problemas del medio ambiente, para asegurar que se adopten medidas adecuadas al respecto.

### **Población de atención**

El destinatario principal de la Educación Ambiental es el público en general vecinos del municipio y de aquellos que mantengan su estancia temporal en forma continua. En este contexto global, las principales categorías son las siguientes:

1. El sector de la educación formal: alumnos de preescolar, elemental, media y superior, lo mismo que a los profesores y a los profesionales durante su formación y actualización.
2. El sector de la educación no formal: jóvenes y adultos, tanto individual como colectivamente, de todos los segmentos de la población, tales como familias, trabajadores y administradores.
- 3.- Grupo de comerciantes: que estén organizados y mantengan relaciones permanentes en espacios bien definidos.
- 4.- Transportistas: aquellos conductores de diversos vehículos que dan servicios de transporte en rutas locales en el municipio y que estén claramente identificados por los usuarios y tengan una organización de sus actividades.
- 5.- Empleados de oficinas: todos los trabajadores de las diversas oficinas que estén asentados en el municipio, ya sea de diversos gobiernos o poderes, así como espacios de empresas, pero que puedan ser localizados espacialmente.
- 6.- Fabricas, talleres y empresas: identificación de las unidades económicas, sus giros, emisiones y tipo de materiales que contaminan y sus formas de control para la mitigación y reducción de riesgos.

7.- Barrios, colonias y fraccionamientos: identificación de grupos de vecinos dispuestos a participar y desarrollar las modalidades de barrio sostenible.

### **Temas fundamentales focalizados**

#### **F. Directrices Básicas de los Programas de Educación Ambiental**

1. La Educación Ambiental debe considerar al ambiente en su totalidad - natural y creado por el hombre, ecológico, económico, tecnológico, social, legislativo, cultural y estético.
2. La Educación Ambiental debe ser un proceso continuo, permanente, tanto dentro como fuera de la escuela.
3. La Educación Ambiental debe adoptar un método interdisciplinario.
4. La Educación Ambiental debe enfatizar la participación activa en la prevención y solución de los problemas ambientales.
5. La Educación Ambiental debe examinar las principales cuestiones ambientales en una perspectiva mundial, considerando, al mismo tiempo, las diferencias regionales.
6. La Educación Ambiental debe basarse en las condiciones ambientales actuales y futuras.
7. La Educación Ambiental debe examinar todo el desarrollo y crecimiento desde el punto de vista ambiental.
8. La Educación Ambiental debe promover el valor y la necesidad de la cooperación al nivel local, nacional e internacional, en la solución de los problemas ambientales

### **Programa de educación ambiental en el municipio**

El programa de Educación Ambiental, debe desarrollarse desde el municipio y con la participación amplia de la población local. Se deben incluir las principales áreas del gobierno municipal en coordinación para la operación intersectorial de diversos actores locales, la participación de los regidores del Cabildo, así como los actores principales a nivel local, comerciantes, instituciones educativas de todos los niveles, oficinas, transportistas, clubes y organizaciones de ciudadanos de diversa índole, instancias académicas, colegios de profesionales, empresarios, cámaras y colegios de profesionistas, iglesias, partidos políticos,

y los ciudadanos en forma individual o a través de sus propias organizaciones de barrios, colonias, calles, etc.

El diseño del Programa de Educación Ambiental, debe contener los siguientes puntos, y su diseño debe ser con base al Inventario Municipal de CyGEI, el Catálogo de Acciones de Mitigación y Adaptación, el análisis de la reglamentación y un diagnóstico socioeconómico (incluido en el Programa de Mitigación), incluir un cronograma de trabajo, actividades, recursos y responsables, bajo una ruta crítica de intervención al año 2030.

Contenidos básicos del Programa de Educación Ambiental del municipio:

1.- Objetivos claros y medibles: Define los objetivos específicos que deseas lograr con la educación ambiental. Estos objetivos deben ser claros, realistas y medibles para evaluar el éxito de tus esfuerzos.

2.- Público objetivo: Identifica al público al que te diriges con la educación ambiental. Pueden ser estudiantes de diferentes niveles educativos, comunidades locales, profesores, grupos de interés o empleados de una organización.

3.- Contenido relevante: Diseña contenido educativo que se adapte a las necesidades e intereses del público objetivo. Asegúrate de que el contenido sea relevante, actualizado y basado en evidencia científica.

4.- Metodologías de enseñanza: Selecciona las metodologías de enseñanza adecuadas para transmitir la información y promover la comprensión y participación del público. Pueden incluir presentaciones, talleres, actividades prácticas, excursiones de campo, juegos educativos, entre otros.

5.- Participación activa: Fomenta la participación activa del público objetivo en el proceso educativo. Incluye actividades interactivas que promuevan el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas.

6.- Enfoque local y global: Aborda temas ambientales locales que afecten directamente a la comunidad, pero también incluye perspectivas y problemas ambientales globales para ampliar la conciencia y la visión del público.

7.- Inclusión y diversidad: Asegúrate de que la educación ambiental sea inclusiva y respete la diversidad cultural, social y de género. Considera las diferentes perspectivas y realidades de los participantes.

8.- Alianzas y colaboraciones: Busca colaboraciones con organizaciones ambientales, instituciones educativas, gobiernos locales y otros actores relevantes para fortalecer la efectividad de tu agenda.

9.- Evaluación y seguimiento: Implementa mecanismos para evaluar el impacto de tus actividades de educación ambiental y realiza seguimiento de los resultados. Esto te permitirá ajustar y mejorar tus enfoques a lo largo del tiempo.

10.- Sostenibilidad: Integra la sostenibilidad en todos los aspectos de la agenda de educación ambiental. Esto incluye el uso responsable de recursos, la promoción de prácticas ecoamigables y la enseñanza de conceptos de sostenibilidad.

11.- Campañas de sensibilización: Considera la posibilidad de incorporar campañas de sensibilización pública para aumentar la conciencia sobre temas ambientales específicos y fomentar acciones individuales y colectivas.

12.- Recursos educativos y materiales: Prepara y proporciona materiales educativos, recursos didácticos y herramientas que faciliten la enseñanza y el aprendizaje sobre temas ambientales.

## **METODOLOGÍA**

De acuerdo con Lugo, Álvarez y Estrada (2021), implementar una metodología para la educación ambiental consiste en presentar un marco de tareas con un enfoque que permita la obtención de habilidades, conocimiento y conductas que promuevan un accionar compatible con el Medio Ambiente.

En este tenor, la creación de metodologías específicas por categoría (Energía, Procesos industriales y usos de productos, Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, y Residuos), conlleva la consideración de los resultados del diagnóstico de los CyGEI. A partir de ello, se tiene como objetivo general fortalecer mecanismos de educación ambiental

mediante el desarrollo de proceso de enseñanza y aprendizaje de la emisión de CyGEI del municipio.

A continuación, se presenta el desarrollo de las actividades de educación, de acuerdo a los ejes de mitigación y adaptación, como parte de un eje de incidencia transversal. En el mismo orden, se presenta un objetivo general por categoría y una serie de objetivos específicos que responden al primero. A su vez, se realiza la recomendación de una población objetivo, así como su localización de acuerdo al municipio y el responsable general.

Finalmente, como parte de las metodologías se realizó la clasificación de las acciones por año, en donde se contempla el periodo 2023-2030, mismo se contempló para las líneas de acción de mitigación y adaptación; asimismo, se sugiere un orden de prioridad para la realización de las acciones, a partir de la colorimetría siguiente:

**Cuadro 13.** Orden de prioridad de las acciones de Educación Ambiental

|  |                 |
|--|-----------------|
|  | Prioridad Alta  |
|  | Prioridad Media |
|  | Prioridad Baja  |

Fuente: Elaboración propia.

### **Actividades de educación ambiental por categoría**

**Tabla 49a.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ZEMPOALA   |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|---|--|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL- ENERGÍAS-   |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>OBJETIVO GENERAL:</b> Educar sobre los compuestos y gases efecto invernadero, así como la reducción del consumo energético.   |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>  |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Promover la educación y conciencia sobre el cambio climático en la población del municipio, para fomentar la adopción de prácticas sostenibles y la participación activa de los sectores público, social, privado y académico en las medidas de mitigación y adaptación.</li> <li>Impulsar la transición a energías sustentables y renovables en la comunidad.</li> <li>Regular el consumo energético por espacios habitacionales, comerciales y administrativos.</li> <li>Concientizar sobre el ahorro y uso de energía.</li> <li>Disminuir los impactos ambientales y de salud generados por el uso constante de energías fósiles.</li> <li>Desarrollar sistemas e infraestructura de transporte público bajo en emisiones.</li> <li>Regular los reglamentos y norma de verificación de vehículos, transporte y maquinaria que utilice motores de energía fósil.</li> </ul> |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>CONTENIDO RELEVANTE:</b> Reducción de los compuestos y gases efecto invernadero a partir del consumo energético responsable.  |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>ESTRATEGIA:</b> Implementación de talleres y herramientas para el accionar social en favor de la reducción de compuestos y gases efecto invernadero en la comunidad.  |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>ALIANZAS Y COLABORACIÓN:</b> Ayuntamiento, comunidad, sector educativo, sector industrial.  |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>TIPO DE RECURSOS:</b> Infografías, vídeos, platicas, material de apoyo.   |  |   |  |              |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN                           | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA   | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| A.1 Formación educativa para la incorporación de fuentes renovables en el sector doméstico y público.  | Cabecera municipal: Zempoala<br><br>Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez<br><br>(vecinos, comerciantes, empleados). | <i>EJE 1:<br/>Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento público (espacio abierto) | Ayuntamiento | Reunión con las autoridades municipales para plática informativa sobre los beneficios del cambio a energías renovables.   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|  |  |   |  |              | Convocatoria al público en general para congregarse en un espacio público donde se acceda a la plática informativa.   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
|  |  |   |  |              | Entrega de infografías sobre el cambio de luminarias públicas y domésticas.   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    |
|  |  |   |  |              | Implementación del cambio de focos ahorradores y luminarias públicas recargables con energía solar. Creación de centros de canje donde la población intercambiara los focos tradicionales, por bombillas amigables al ambiente. | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 0    |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 50b.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE                                       | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|--|---|--|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |   |  |   |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |   |  |   |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |  |   |  |   |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.2 Incentivar actitudes enfocadas a reemplazar los generadores de energía en espacios habitacionales, comerciales y administrativos.              | Cabecera municipal y localidades más pobladas: (vecinos, comerciantes, organizaciones civiles).              | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento público (espacio abierto)   | Ayuntamiento                                      | Elaboración del diagnóstico de consumo energético por viviendas ocupadas.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Campaña para la implementación de energías renovables y sustentables en espacios habitacionales, comerciales y administrativos.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Diseño de infografías: “Haz tu propio generador eólico casero y conecta tu vida”.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Diseño de infografías: “Cambia tus focos por leds”.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Platica extensa al público en general enfocada al diagnóstico del ahorro energético: simulación de ahorro = menos gastos.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.3 Instrucción para una conciencia colectiva del consumo energético responsable y así crear una capacidad de evaluación constante. Crear hábitos. | Cabecera municipal y localidades más pobladas: (vecinos, estudiantes, comerciantes, organizaciones civiles). | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento público (espacio abierto).<br>Equipamiento educativo (escuelas):<br>Escuela Primaria: | Ayuntamiento,<br>Sector educativo:<br>direcciones | Campaña pública de concientización sobre la importancia del ahorro energético.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Simulación de los ahorros: “¿qué pasa si me desconecto?”   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Diseño de infografías y folletos sobre los beneficios de “Desconectar lo que no ocupamos”.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Desarrollo de talleres para el consumo responsable.<br>Temas:<br>*Consumo vs consumismo<br>*Consumo responsable y comercio justo<br>*Los de aquí y los de allá ¿por qué es justo hacer algo? |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |   | Evaluaciones sobre la campaña de concientización de la población en general.   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 51c.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE                                  | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|--|---|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |  |   |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |  |   |  |  |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |  |   |  |  |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.4 Educación sobre los beneficios de las áreas verdes, así como los conocimientos y herramientas necesarias para su desarrollo en el ambiente. | Cabecera municipal: Zempoala<br><br>Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez<br><br>(vecinos, comerciantes, empleados). | <i>EJE 1:<br/>Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento público (espacio abierto).<br>Equipamiento educativo (escuelas):<br>Escuela Primaria: | Ayuntamiento, Sector educativo: direcciones. | Reunión informativa entre autoridades del ayuntamiento con autoridades escolares: propuestas sobre áreas de oportunidad para la reforestación así como localidades más habitadas que se beneficien con huertos urbanos y azoteas verdes. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |  |  | Reunión con padres de familia y representantes vecinales para la implementación del plan: "Más áreas verdes en mi comunidad".  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |  |  | *Limpieza de los espacios destinados para la reforestación.<br>*Creación de un centro de recolección de desechos específicos de la limpieza previa.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |  |  | *Categorización de las principales especies de flora del municipio.<br>*Llevar a cabo la recolección de especies seleccionadas como factibles para su reproducción en la zona sin dañar las nativas y endógenas.                         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |  |  | Diseño de infografías y folletos para la comunidad en general en donde se incentive la participación ciudadana para crear los espacios verdes.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |  |  | Elaboración de esquema que organice la flora introducida:<br>*Nombre<br>*Características<br>*Cuidados<br>*Utilización  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |  |  | Entrega de materiales de apoyo para la creación de:<br>*Huertos urbanos<br>*Reforestación de áreas comunales<br>*Azoteas verdes  |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 52d.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO  | INCIDENCIA TRANSVERSA L   | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE                                   | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |  |   |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |   |   |  |   |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |   |  |   |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.5 Promoción de la adquisición de medidas comerciales en pro del ambiente y desarrollo social.   | Cabecera municipal: Zempoala<br><br>Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez<br><br>(vecinos, comerciantes, empleados):. | <i>EJE 1:<br/>Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento comercial (comercio e industrias del municipio).  | Ayuntamiento                                  | Campaña en el sector comercial para la concientización de la importancia del ahorro energético.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  |   | Simulación de los ahorros energéticos y los gastos monetarios.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  |   | Promover las energías geotérmica, hidroeléctrica, eólica y solar para su uso en el sector (paneles solares).  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  |   | Cooperación con la ubicación y cotización de distribuidores. Alianzas financieras.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  |   | Evaluaciones sobre la campaña de concientización.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.6 Formación conjunta para la concientización de los efectos de los compuestos y gases efecto invernadero en la salud de la población. | Cabecera municipal: Zempoala<br><br>Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez<br><br>(vecinos, comerciantes, empleados).  | <i>EJE 1:<br/>Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento público (espacio abierto).<br>Equipamiento de salud (Centros de salud): Av. Santa Cecilia (La Providencia), Simón Bolívar (Pachuquilla), Plaza 1° de mayo (Azoyatla). | Ayuntamiento, Sector salud: centros de salud: | Reunión con el personal de salud y las autoridades del ayuntamiento para llevar a cabo una campaña conjunta en donde se dé a conocer los efectos negativos en la salud de los compuestos y gases efecto invernadero.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  |   | Diseño de videos que se proyecten de manera constante en los Centros de Salud identificados con los temas:<br>*Tomar conciencia de cuánto contaminamos<br>*Si no hago nada, ¿qué puede pasar?<br>*Pequeñas acciones, grandes resultados: “desconecta lo que no ocupes”<br>*Mi espacio, mi responsabilidad |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  |   | Diseño de folletos e infografías para la difusión de energías renovables que no dañan la salud.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |  |   | Creación de áreas de reforestación dentro del área del sector salud, reconociendo su contribución en la emisión de gases.   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 53e.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO  | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE                                  | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|---|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |   |   |  |  |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |   |   |  |  |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |   |   |  |  |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.7 Promover el reconocimiento de los problemas ambientales en la comunidad por el uso de energías.  | Cabecera municipal: Zempoala  | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento público (espacio abierto).  | Ayuntamiento                                 | Campaña pública para dar a conocer los efectos negativos de los compuestos y gases efecto invernadero.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez |   |  |  | Diseño de carteles y espectaculares que se coloquen en el municipio para llegar a una educación ambiental del uso de energía responsable.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | (vecinos, comerciantes, empleados).   |   |  |  | Como autoridades del municipio: dar acceso a través de apoyos económicos para la adquisición o renovación de luminarias.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |  |  | Creación de folletos prácticos e informativos acerca de rangos de kW/h: “¿qué tanto contamina el foco que quiero comprar y cuál me conviene comprar?”.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.8 Formación conjunta para la concientización de los efectos de los compuestos y gases efecto invernadero con el aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). | Cabecera municipal: Zempoala  | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</i> | Equipamiento público (espacio abierto).<br>Equipamiento educativo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, | Ayuntamiento, Sector educativo: direcciones. | Creación de canales informativos específicos para la concientización de la contaminación administrados por ayuntamiento:<br>*Facebook<br>*YouTube<br>*Instagram<br>*TikTok<br>*X<br>*Podcast en Spotify |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez |   |  |  | Pago de anuncios relacionados con el tema ambiental.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | (vecinos, comerciantes, empleados).   |   |  |  | Videos cortos acerca de las estrategias para el aprovechamiento de energías renovables.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |  |  | Colaboración con universidades para la difusión de los canales de información.  |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 54f.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO  | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|--|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |  |   |  |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |   |  |   |  |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |   |  |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.9 Implementar las bases educativas para el fomento del uso de señalética fotovoltaica   | Población de las principales localidades.<br><br>Paraderos de transporte.<br><br>Población vehicular local<br><br>Población vehicular en tránsito | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Espacios públicos, vialidades primarias, centros de gobierno y accesos intermunicipales         | Ayuntamiento municipal   | -Inventario o definición de señalética existente.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | Obras Públicas municipales                                       | -Fomentar la no dependencia de fuentes de energías convencionales.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | Seguridad Pública municipal                                      | -Sustitución de la señalética existente por la energía solar fotovoltaica para alimentar y establecer los sistemas de señalización.                         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | SCT  | -Implementación de señalética fotovoltaica en comunidades con limitantes al acceso energético.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | SEMOT<br><br>SSPH<br><br>(Dependiendo la titularidad de la vía). | Establecer sistemas de monitoreo para la verificación del rendimiento del sistema y la detección de fallas o afectación.                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.10Capacitación para la instauración de transporte turístico sostenible de acuerdo con la clasificación de “Pueblo Mágico” o con potencial turístico | Población de las principales localidades.<br><br>Paraderos de transporte<br><br>Grupos de transporte concesionario                                | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Vialidades primaria, zonas turísticas, zonas de comercio y zonas de conectividad intermunicipal | Ayuntamiento municipal.  | -Establecer la demanda de transporte publico actual.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | D. Ecología, medio ambiente                                      | -Definir la capacidad de recepción de visitantes en el municipio.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | D. Movilidad y transporte  | -Entablar acuerdos de cooperación entre actores municipales y concesionarios definiendo una mejora en la prestación del servicio.                           |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | Secretaría de Turismo Federal                                    | -Uso de energía solar para la alimentación del transporte público local.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | Turismo estatal y municipal                                      | -Instalación del sistema de tranvías funcionales con energías renovables con prioridad a servicios turísticos basado en la característica física municipal. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   | D. Cultura Municipal   | Ofertar un aumento en la oferta turística derivado de la sustentabilidad municipal.   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 55g.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energías para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE                                     | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |   |   |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |   |   |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |  |  |   |   |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.11 Fomento para el desarrollo tecnológico del uso de biocombustibles con efectos mínimos en la contaminación ambiental | Cabecera municipal: Zempoala<br><br>Población vehicular.<br><br>Grupos de transporte concesionario.                    | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Vialidades primarias, zonas turísticas, zonas de comercio y zonas de conectividad intermunicipal. | Ayuntamiento municipal                          | - Presentación de las propuestas de trabajo colaborativo.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Academia (nivel superior).                      | -Establecer convenios de colaboración entre actores gubernamentales, academia y el sector privado para el desarrollo de la investigación. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Actores del sector privado                      | Incrementar la colaboración entre el sector público y privado para acelerar el desarrollo tecnológico de conocimiento y recursos.         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | D. Movilidad y transporte                       | -Invertir en investigación y desarrollo de biocombustibles avanzados y tecnologías de producción que minimicen los impactos ambientales.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.12 Instrucción sobre una conciencia en centros educativos para alumnos de acuerdo al uso de energía fósiles.           | Estudiantes de educación básica, media superior y superior.<br><br>Platillas docentes<br><br>Centros de cultura y ONGs | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Escuelas<br><br>Centros de cultura<br><br>Centros de capacitación para el manejo vehicular        | Ayuntamiento municipal                          | -Campana de concientización basada en los beneficios de transportes públicos escolares y la disminución de la congestión vial.            |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Sector educativo                                | -Disminuir el uso de vehículos particulares en el transporte del sector educativo.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Transportistas                                  | -Instauración de talleres destinados a los padres de familia orientados al beneficio de la minimización del uso de combustibles fósiles.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Padres de familia                               | - Establecer una eficiencia en el consumo eficientes de combustible.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Participación activa de la población educativa. | -Campanas de capacitación para transportistas escolares bajo criterios de seguridad en el transporte y sustentabilidad ambiental.         |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 56h.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO                    | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE   | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|-------------------------------------|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |                                     |  |  |   |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |                                     |  |  |   |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |                                     |  |  |   |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.13 Diseñar instrumentos de acción basados en la utilización de urbanismo táctico para la disminución de circulación vehicular.               | Turistas                            | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Cabeceras municipales: Zempoala<br><br>Vialidades primarias  | Ayuntamiento municipal<br><br>Cultura<br><br>Medio ambiente<br><br>Bienestar social | -Instaurar estrategias basados en el acceso peatonal y de comercio local.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Peatones                            |  |  |   | -Definición de actores beneficiados ante la sustitución de vialidades por calles peatonales.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Ciclistas                           |  |  |   | -Modelos de accesos peatonales y ciclistas disminuyendo el acceso vehicular.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Población en general                |  |  |   | Fomentar el aprovechamiento de espacios subutilizados o áreas de estacionamiento para crear plazas temporales con bancos, vegetación y áreas para actividades culturales y recreativas            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.14 Capacitar a sectores de movilidad basados en bonos para la sustitución de energías fósiles fortaleciendo el uso de vehículos compartidos. | Grupos de transporte concesionario. | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Paraderos de transporte.<br><br>Centrales de autobuses y transporte público.<br><br>Cruceros y puntos de aglomeración. | Ayuntamiento municipal<br><br>Transportistas<br><br>D. Movilidad y transporte       | -Establecer los beneficios del uso compartido de vehículos y su apoyo en la economía circular.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | población vehicular.                |  |  |   | -Implementar un programa de capacitación para sectores de movilidad convencional basado en la sustitución de energías fósiles.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Sector peatonal                     |  |  |   | -Impulsar el uso de vehículos compartidos para reducir la huella de carbono<br>-Promover el acceso a fuentes limpias, renovables y de movilidad alterna para los diferentes grupos poblacionales. |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 57i.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO  | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN                                     | RESPONSABLE               | METODOLOGÍA   | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|---|--|--|---------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
|  |   |  |  |                           |   | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |   |  |  |                           |   | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |   |  |  |                           |   | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A.15 Regular los reglamentos y norma de verificación de vehículos, transporte y maquinaria que utilice motores de energía fósil. | Población vehicular local.                                  | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Paraderos de transporte.                         | Ayuntamiento municipal    | - Llevar a cabo campañas de educación y concienciación dirigidas a los propietarios de vehículos y maquinaria, así como a la población en general, para informar sobre los efectos negativos de las emisiones de energía fósil en el medio ambiente y la salud pública. |  |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Grupos de transporte concesionario.                         |  | Centrales de autobuses y transporte público.     | Transportistas            | -Difusión de la consolidación y existencia de reglamentos y normativas de movilidad.  |  |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Paraderos de transporte.                                    |  | Cruceros y puntos de aglomeración.               | D. Movilidad y transporte | Establecer criterios en normas y reglamentos más rigurosos bajo el aforo vehicular existente.   |  |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Población vehicular en tránsito                             |  | Centros de educación para el manejo.             | SEMARNATH                 | - Implementar inspecciones regulares y periódicas para vehículos y maquinaria para asegurar que cumplan con las normas establecidas.  |  |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |  |  |                           | SEMOT   | -Crear programas de incentivos para propietarios de vehículos y maquinaria que adopten tecnologías más limpias y eficientes.                               |   |   |   |   |   |   |   |
| A.16 Fomentar por medio de sectores educativos y culturales el uso de fuentes de movilidad no motorizadas                        | Estudiantes de educación básica, media superior y superior. | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Escuelas   | Ayuntamiento municipal    | -Establecer talleres bajo la visión de movilidades alternas   |  |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Platillas docentes  |  | Centros de cultura                               | Sector educativo          | -Desarrollo de talleres “Me muevo en bici”.   |  |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Sectores culturales   |  | Centros de capacitación para el manejo vehicular | Transportistas            | - Desarrollar jornadas ciclistas, monopatinas, caminatas y carreras fortaleciendo la salud e integridad social por medio de la difusión en redes sociales<br>*Facebook<br>*YouTube<br>*Instagram  |  |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |  |  |                           | Padres de familia<br>Participación activa de la población educativa.<br>Centros culturales  | -Organizar talleres y charlas en centros educativos de educación media superior y superior, sobre movilidad sostenible, seguridad en bicicleta y peatones. |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 58j.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE            | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|--|--|---|------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |   |                        |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |   |                        |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |  |  |   |                        |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| A16. (Continúa)  |  |  |   |                        | - Incorporar el tema de la movilidad sostenible y el uso de medios no motorizados en eventos culturales, ferias y festivales abiertos a todo público.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   |                        | - Trabajar en conjunto con museos, galerías y centros culturales para incluir exhibiciones o actividades relacionadas con la movilidad sostenible y su importancia para el medio ambiente.                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.17Concientizar sobre el uso de alternativas de transporte público. | Trabajadores<br><br>Sector educativo Básico, Medio superior y Superior.<br><br>Paraderos de transporte   | <i>EJE 1:<br/>Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><br><i>EJE 2:<br/>Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Escuelas<br><br>Centros de cultura<br><br>Zonas de comercio local | Ayuntamiento municipal | -Desarrollar folletos, carteles y materiales educativos que resalten los beneficios del transporte público y proporcionen información sobre rutas, horarios y tarifas.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Sector educativo       | -Organizar concursos o actividades en los cuales las personas puedan ganar premios o descuentos en transporte público al demostrar su conocimiento sobre el tema o compartir experiencias positivas con el transporte público. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Transportistas         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |   | Empresas privadas      |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Sector de comercio   | -Colaborar con empresas y empleadores para promover el uso del transporte público entre sus empleados, ofreciendo tarjetas de transporte o facilidades para acceder a estaciones o paradas cercanas. |  |   |                        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 59k.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Energía para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |  |  |  |  |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |  |  |  |  |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |  |  |  |  |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| A.18 Integrar temas de movilidad sostenible y educación ambiental en los planes de estudio                          | Sector educativo Básico, Medio superior y Superior.<br>Paraderos de transporte<br>Vías primarias | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Escuelas con prioridad en educación medio superior y superior<br>Centros de cultura<br>Zonas de comercio local<br>Vialidades primarias | Ayuntamiento municipal<br>SEPH<br>UAEH<br>Sector educativo local.<br>D. Movilidad y transporte | -Analizar las unidades y materiales educativos respecto a movilidad y transporte.   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |  |  |  | -Vincular las unidades didácticas que aborden temas de movilidad sostenible y educación ambiental de manera interdisciplinaria.   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |  |  |  | -Utilizar ejemplos y casos prácticos relacionados con la movilidad sostenible en el entorno local.  |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |  |  |  | -Realizar visitas a espacios y lugares relacionados con la movilidad sostenible, así como el desarrollo de comparativas con el medio inmediato.   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |  |  |  | - Establecer alineación con los programas educativos que ofrezcan servicio social, prácticas profesionales y retribución social.  |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |  |  |  | -participación en centros de difusión de la comunicación para establecer las acciones a desarrollar y mostrar resultados mostrando ejemplos de sustentabilidad.   |   |   |   |   |   |   |   |
| A.19 Capacitar a instancias de gobierno municipal basados en el liderazgo y en el compromiso con la sustentabilidad | Servidores municipales<br>Administración pública<br>Docentes<br>ONG's                            | <i>EJE 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía;</i><br><i>EJE 2: Movilidad sustentable y transporte bajo en emisiones</i> | Ayuntamientos<br>Centros de cultura<br>Instalaciones de colectivos.  | Ayuntamiento municipal<br>Direcciones municipales<br>Grupos colegiados                         | -Promover la adopción de transporte sostenible en instituciones gubernamentales y corporativas.   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |  |  |  | -Incentivar a servidores municipales y demás instancias al uso de energías alternas y servicios de transporte compartidos basados en la sustentabilidad.  |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |  |  |  | -Realizar talleres y seminarios sobre liderazgo y sustentabilidad ambiental, donde los funcionarios municipales puedan aprender sobre buenas prácticas, políticas exitosas y casos de éxito en otros lugares. |   |   |   |   |   |   |   |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 60a.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ZEMPOALA  |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL -PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS-  |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>OBJETIVO GENERAL:</b> Educar sobre los compuestos y Gases Efecto Invernadero generados en el sector industrial presente en el municipio, así como sus efectos en la población del municipio y sus ecosistemas.   |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>   |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la medición y regulación de las emisiones de GEI de las industrias</li> <li>• Informar sobre los beneficios de modelos de producción y consumo alternativos como la economía circular</li> <li>• Concientizar sobre el impacto que el sector industrial tiene sobre los ecosistemas del municipio</li> <li>• Fomentar la investigación sobre alternativas en el manejo de residuos industriales y emisiones GEI</li> <li>• Fomentar la participación conjunta de la comunidad, autoridades municipales y el sector industrial</li> <li>• Definir criterios de adaptación y mitigación de CyGEI con base en las fuentes emisoras del IMECyGEI para los procesos industriales y áreas afines</li> <li>• Identificar las principales unidades económicas de emisiones para determinar las acciones pertinentes que tomarán las autoridades municipales</li> <li>• Fomentar el consumo responsable de alimentos y mejorar el procesamiento industrial de estos .</li> </ul> |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>CONTENIDO RELEVANTE:</b> Reducción de los compuestos y gases efecto invernadero a partir de las unidades económicas y los procesos industriales.   |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>ESTRATEGIA:</b> Implementación de talleres y herramientas para el accionar social en favor de la reducción de compuestos y gases efecto invernadero en la comunidad.   |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>ALIANZAS Y COLABORACIÓN:</b> Ayuntamiento, comunidad, sector educativo, sector industrial.   |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>TIPO DE RECURSOS:</b> Infografías, vídeos, platicas, material didáctico.   |                        |   |                                      |                            |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO       | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN                         | RESPONSABLE                | METODOLOGÍA   | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| B.1 Campaña de concientización para el reciclaje y reutilización de papel   | Ayuntamiento           | <i>EJE 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> | Ayuntamiento CECyTE Hidalgo Zempoala | Ayuntamiento               | Reunión con las autoridades municipales para plática informativa sobre los beneficios de la reutilización y reciclaje del papel | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|   | Escuelas del municipio |   |                                      | Director de Telesecundaria | Capacitación y concientización de los alcances a cumplir  | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    |      |
|   | Sector Privado         |   |                                      | Director de CECyTE         | Establecer los indicadores a cumplir  | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |      |
|   |                        |   |                                      |                            | Taller de concientización y reciclaje con respecto a la utilización del papel   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 61b.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO                | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---------------------------------|---|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |                                 |   |   |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |                                 |   |   |  |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| B.4 Campaña de concientización respecto a la disposición final de materiales eléctricos | Sector privado                  | <i>EJE 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> | Taller de hojalatería y pintura.  | Responsable de taller de hojalatería y pintura.  | Reunión con responsables de establecimientos dedicados a la hojalatería y pintura y a la reparación y mantenimiento de equipos de uso doméstico. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | Población del municipio         |   | Taller de reparación y mantenimiento de equipo electrónico de uso doméstico | Responsable de taller de reparación y mantenimiento de equipo electrónico de uso doméstico | Taller de concientización de los daños al medio ambiente con respecto a la disposición final de los materiales eléctricos                        |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                                 |   |   |  | Concientización por medios digitales (videos didácticos)   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B.1 Capacitación para el manejo y disposición final de solventes y lubricantes          | Empleados de talleres mecánicos | <i>EJE 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> | Talleres mecánicos  | Proveedores  | Reunión con el personal de los establecimientos para llevar a cabo un análisis con respecto a los efectos negativos en la salud de los solventes |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                                 |   |   |  | Capacitación para el manejo y disposición final de solventes y lubricantes   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                                 |   |   |  | Difusión de material didáctico (videos) con recomendaciones a realizar   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 62c.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN                            | RESPONSABLE                            | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|--|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |   |   |  |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |   |   |  |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |  |   |   |  |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| B.2 Campaña de información sobre economía circular como modelo de producción y consumo                           | Cabecera municipal: Zempoala   | <i>EJE 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> | Equipamiento público (espacio abierto)  | Ayuntamiento                           | Reunión con autoridad municipales representantes vecinales para determinación de objetivos prioritarios             |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez<br><br>(vecinos, comerciantes, empleados). |   |   |  | Convocatoria a población en general a pláticas informativas en espacios públicos                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |   |  | Exposición de infografías e información de fácil comprensión a la comunidad a través de medios impresos y digitales |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B.3 Pláticas de sensibilización sobre los efectos de la actividad industrial en espacios naturales del municipio | Cabecera municipal: Zempoala   | <i>EJE 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> | Equipamiento público (espacio abierto). | Ayuntamiento, Representantes vecinales | Determinación de temas/problemáticas prioritarias   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Localidades más pobladas: Privadas de Santa Matilde, Lindavista, Jagüey de Téllez<br><br>(vecinos, comerciantes, empleados). |   |   |  | Diseño y/o selección de material audiovisual  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |   |  | Convocatoria a los habitantes del municipio   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |   |  | Pláticas que expongan las principales problemáticas y que motiven a las personas como agentes de cambio             |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |   |  | Integración de grupos vecinales comprometidos con la restauración y conformación de los espacios naturales          |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 63d.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO                                    | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN                            | RESPONSABLE                         | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|--|---|-------------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |  |   |                                     |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |   |  |   |                                     |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
|   |   |  |   |                                     |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| B.4 Foro de participación ciudadana 'percepciones de los habitantes sobre los efectos de las actividades industriales en los ecosistemas y su vida cotidiana: principales problemáticas y propuestas de soluciones' | Habitantes de todas las localidades en el municipio | EJE 4:<br><i>Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> | Equipamiento público (espacio abierto). | Ayuntamiento                        | Reunión con las autoridades municipales para la presentación de la idea  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |   |                                     | Organización del evento y convocatoria a la población en general   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
|   |   |  |   |                                     | Determinación de las áreas de oportunidad a partir de las ideas presentadas por los ciudadanos                                   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
|   |   |  |   |                                     | Diseño e implementación de acciones para dar solución a los problemas identificados por los mismos habitantes.                   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| B.5 Taller llevado a cabo en escuelas sobre las principales problemáticas en los espacios naturales del municipio   | Escuelas del municipio                              | EJE 4:<br><i>Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> | Escuelas del municipio                  | Ayuntamiento Directores de escuelas | Reuniones de trabajo con las autoridades educativas  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |   |                                     | Establecer las principales problemáticas y objetivos claros  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |   |                                     | Diseño del material didáctico  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |   |                                     | Integración del taller al plan de estudios como contenido de materias relacionadas con ciencia, medio ambiente y sociedad.       | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |   |                                     | Propuestas de proyectos productivos enfocados en la restauración de espacios naturales afectados (de acuerdo al nivel educativo) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 64e.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO                                    | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|---|--------------|--------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |              |              |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |   |   |              |              |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| B.6 Incentivar la investigación sobre alternativas en el manejo de residuos industriales y emisiones GEI por actividades industriales       | Ayuntamiento Sector académico Sector estudiantil    | <i>EJE 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> |              | Ayuntamiento | Convocatoria a los miembros de la comunidad académica del municipio  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |              |              | Creación de grupos de investigación  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |              |              | Desde el ayuntamiento llevar a cabo acciones de apoyo que faciliten las investigaciones y actividades de los grupos  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |              |              | Diseño de proyectos de intervención y/ productivos que integren métodos innovadores que respondan a la problemática ambiental del municipio y que permitan la integración del ayuntamiento y la población como actores claves en la restauración de espacios naturales |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B.7 Incentivar la participación conjunta entre la comunidad, autoridades municipales y representantes del sector industrial en el municipio | Población en general Ayuntamiento Sector industrial | <i>EJE 4: Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> |              | Ayuntamiento | Convocatoria a la participación activa de la población   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |              |              | Organización de eventos como mesas redondas, foros de participación, etc.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |              |              | Proyectos en conjunto que comprometan tanto al ayuntamiento como a los habitantes del municipio, pero sobre todo aludan a la responsabilidad social de los representantes del sector industrial  |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

**Tabla 65f.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Procesos industriales y uso de productos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO                      | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|---------------------------------------|---|--------------|--------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |                                       |   |              |              |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |                                       |   |              |              |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| B.8 Implementar un sistema de medición y regulación de las emisiones GEI | Sector industrial<br>Sector académico | <i>EJE 4:<br/>Reducción de la huella de carbono en el consumo de alimento</i> |              | Ayuntamiento | Realizar un análisis sobre el sector industrial, principales compuestos emitidos y sus componentes en el municipio |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                                       |   |              |              | Identificar los compuestos emitidos principales  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                                       |   |              |              | Identificar las principales áreas de oportunidad y definir objetivos prioritarios                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                                       |   |              |              | Diseño, creación e implementación de la metodología de medición de emisiones GEI en la industria                   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 66a.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ZEMPOALA   |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|--|--|--|---------------------|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL -AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA-  |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>OBJETIVO GENERAL:</b> Contribuir en la promoción de conciencia, protección y conservación de recursos naturales, así como el aprovechamiento sustentable en el sector agropecuario.   |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>  |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concientizar el uso y cuidado de los ecosistemas naturales y de espacios públicos preservando las áreas de acceso público.</li> <li>• Fortalecer las relaciones de agricultores con autoridades municipales, para conservar espacios de cultivo.</li> <li>• Impulsar la conservación de espacios verdes o áreas destinadas a la recuperación ambiental.</li> <li>• Impulsar la conservación de espacios verdes o áreas destinadas a la recuperación ambiental.</li> <li>• Fomento de centros de compostaje y huertos urbanos.</li> <li>• Enseñar la importancia del sistema de captación y distribución del servicio de agua municipal.</li> <li>• Formular acciones interconectadas de acuerdo con los criterios ambientales, turísticos, ecológicos y del uso de las tierras de acuerdo al perfil económico-poblacional municipal.</li> </ul> |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>CONTENIDO RELEVANTE:</b> Reducción de los compuestos y gases efecto invernadero a partir de concientización de los cambios de uso de suelo, así como el aprovechamiento de recursos de manera sustentable.  |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>ESTRATEGIA:</b> Implementación de talleres y herramientas para el accionar social en favor de la reducción de compuestos y gases efecto invernadero en la comunidad.  |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>ALIANZAS Y COLABORACIÓN:</b> Ayuntamiento, comunidad, sector educativo, sector industrial.  |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>TIPO DE RECURSOS:</b> Infografías, vídeos, medios de comunicación, glosarios, presentaciones gráficas, platicas, material de apoyo y auto evaluaciones.   |  |  |                     |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO                         | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN        | RESPONSABLE   | METODOLOGÍA   | 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |  |  |                     |   |   | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |                     |   |   | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 0 |
| C1. Educación de temas básicos relacionados a agricultura, silvicultura y usos de suelo.   | Comunidad (Agricultores, jóvenes, niños) | <i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario.</i> | Auditorio municipal | Ayuntamiento. Coordinación de Desarrollo Agropecuario | Diseño del contenido de los talleres:<br>¿Qué es la agricultura?<br>Conceptos básicos del sector primario.<br>Importancia de la agricultura para la alimentación y conservación de la especie.<br>El desarrollo económico mediante la agricultura |    |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |  |                     |   | Detectar los grupos focales: Agricultores/ Población potencial a insertarse al sector laboral   |    |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 67b.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO                                    | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE   | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |  |   |   |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |   |  |   |   |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |   |   |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| C.1 (Continúa)  |   |  |   |   | Realizar presentaciones básicas de los conceptos divididos por ejes temáticos.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Formación de grupos para especializar a la población objetivo dependiendo sus temas de interés, para especializar a la población en distintos temas y permitan la diversificación de conocimientos. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Desarrollo de talleres:<br>Mi primera siembra.<br>Clasificando cultivos   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Realizar encuestas de satisfacción de los talleres y determinar una evaluación  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C2. Promoción de estrategias para el mantenimiento, recuperación y desarrollo de jardines y áreas verdes. | Escuelas primarias (niños y niñas de 1 a 6to grado) | <i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario.</i> | E. P Cuauhtemoc<br>E. P Justo Sierra<br>E. P Progreso<br>E. S. Técnica 35<br>Cecyte Hidalgo<br>P.Zempoala | Ayuntamiento<br><br>Directivos de las instituciones<br><br>Responsables de grupos | Presentación del proyecto.:<br>Jardines polinizadores<br>Áreas verdes como capturadores de carbono  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Organización de grupos de los distintos grados de primarias.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Talleres:<br>Espacios de conservación<br>Tipos de polinizadores y la importancia en el ambiente.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Jornada de limpieza en todas las áreas a trabajar   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Diseño de estrategias para desarrollar un inventario de flora y fauna.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |   |   | Planeación de los espacios y fomento de la mejora de la imagen urbana en jardines y áreas verdes.   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 68c.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO                                | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE                        | METODOLOGÍA  | 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|---|--|---|------------------------------------|--|----|---|---|---|---|---|---|---|
|  |   |  |   |                                    |  | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C2 (Continúa)  |   |  |   |                                    | Búsqueda de donadores:<br>Ayuntamiento (Dirección / Departamento de Economía y Medio Ambiente municipal.)<br>Asociaciones civiles.<br>Concesionarios de transporte público.<br>Sector industrial y comercial | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 0 |
|  |   |  |   |                                    | Centros de Acopio de:<br>Herramientas, insumos, plantas, Flores, árboles, composta, etc.   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |  |   |                                    | Preparación del terreno (solicitar intervención de):<br>Servicios municipales<br>Padres de familia<br>Directivos<br>Académicos   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |  |   |                                    | Difusión por medios electrónicos la jornada de reforestación.  |    |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |  |   |                                    | Mantenimiento y seguimiento.<br>Diseñar un instrumento que permita la continua evaluación de jardines y áreas.   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |  |   |                                    | Campañas de limpieza en las principales unidades deportivas / recreativas de acuerdo a la clasificación de espacios públicos.  |    |   |   |   |   |   |   |   |
| C3. Educación a la ciudadanía sobre los espacios verdes en áreas habitacionales, comerciales y administrativos, como fuentes de balance ecológico. | Comunidad ( Instalación Deportiva o Recreativa) | EJE 3:<br>Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua. | Auditorio Municipal Zempoala<br><br>Auditorio Ejidal Téllez | Ayuntamiento Servicios municipales | Foro: Usos de suelo y métodos de conservación.   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |  |   |                                    | Firma de colaboración con las autoridades municipales, comité responsable de espacios públicos, representantes vecinales.  |    |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 69d.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO                              | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE                         | METODOLOGÍA   | 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|---|---|-------------------------------------|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |                                     |   | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C3. (Continúa)  |   | <i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario.</i>  |   |                                     | Diseño de carteles: La importancia de un árbol. Procesos de difusión por medios masivos de comunicación y redes sociales.   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |                                     | Diseño de infografías: Cuidando el ambiente (difundir la importancia de los espacios de conservación, tanto para la imagen urbana del municipio como sus capacidades de absorción de CyGEI) |    |   |   |   |   |   |   |   |
| C4. Fomento del intercambio de ideas Ciudadanía (Agricultores) – Ayuntamiento.  | Personas que realizan actividades agrícolas   | <i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i> | Auditorio municipal Zempoala<br><br>Auditorio Ejidal Téllez | Ayuntamiento Comunidad              | Identificar las localidades con mayor población de agricultores, para encaminar las propuestas de intervención municipales.   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |                                     | Desarrollar mesas de dialogo, donde la ciudadanía presenta las principales problemáticas en materia agrícola, así como las solicitudes de apoyos al gobierno municipal.                     |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |                                     | Resolución y propuesta de acciones para las principales necesidades municipales.  |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |                                     | Firma de acuerdos entre ayuntamiento, sector agropecuario e industrial.   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| C5. Formación participativa para identificar los usos de suelo, la distribución municipal y la coordinación para delimitar áreas de conservación. | Comunidad Organizaciones públicas y privadas. |   | Zonas agrícolas y destinadas a la conservación              | Ayuntamiento. D. Ecología Comunidad | Identificar el uso de suelo y áreas destinadas a la conservación.   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |                                     | Difusión de infografías: Donde estamos (Identificar suelos predominantes del municipio y las características de estos)  |    |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 70e.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO                     | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE                              | METODOLOGÍA   | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--|--------------------------------------|--|---|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C5. (Continúa)   |                                      | <p><i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i></p> <p><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i></p> |   |  | Realizar consultas a la población para detectar las áreas de mayor relevancia, que consideren importantes para destinar a la conservación.  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  |                                      |  |   |  | Realizar una armonización de los usos de suelo (ayuntamiento-comunidad), dependiendo las características del suelo y el ecosistema predominante.  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  |                                      |  |   |  | Presentar el listado de espacios públicos dependiendo la clasificación de acuerdo a INEGI 2020, y seleccionar los puntos estratégicos donde se localicen áreas pertinentes para su conservación . |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  |                                      |  |   |  | Realizar evaluación de las principales áreas seleccionadas y reunirse con la comunidad que se hará responsable de dar cuidados y mantenimiento.   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  |                                      |  |   |  | Proponer actividades específicas por cada localidad para la conservación ambiental, estas serán consideradas a las propuestas que la comunidad de en un foro de consulta ciudadana.               |      |      |      |      |      |      |      |      |
| C6. Instruir la importancia de la ejecución y análisis de los resultados del Inventario de CyGEI municipal | Autoridades municipales<br>Comunidad |  | Principales localidades:<br>Zempoala, Privadas de Santa Matilde, Jagüey de Téllez | Ayuntamiento.<br>Académicos<br>Comunidad | Presentación del seminario: Conoce nuestro inventario. Cuál es la importancia de un inventario, la metodología empleada, análisis de resultados y propuestas de intervención.                     |      |      |      |      |      |      |      |      |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 71f.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO                | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE   | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---------------------------------|--|--|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |                                 |  |  |   |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |                                 |  |  |   |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| C6. (Continúa)  |                                 | <p><i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i></p> <p><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i></p> |  |   | Se presentarán ejercicios donde sea necesario identificar la categoría principal y la fuente de emisión que impacta en el municipio.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                                 |  |  |   | Taller: Factores de emisión y unidades económicas. Relación entre los sectores económicos como las principales fuentes de emisión de CyGEI en el municipio y las acciones de mitigación.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                                 |  |  |   | Uso de material digital: El impacto del ganado y degradación de suelos. Presentar videos elaborados por la comunidad, donde presenten las características del ganado, así como una explicación de los procesos entéricos y generación del estiércol. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                                 |  |  |   | Foros: Capturadores de carbono Identificar la capacidad de absorción de los suelos, dependiendo los cultivos, los procesos de rotación, uso de fertilizantes y tratamiento de aguas de riego.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C7. Fomento de capacitación profesional para inserción en el campo laboral del sector primario. | Jóvenes agricultores Industrias | <p><i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i></p>  | Escuelas secundarias Preparatorias Centros de capacitación municipal | de<br>Área Educación Directivos Investigadores. Personal de capacitación. | Desarrollo de cursos especializados a las actividades primarias, las implicaciones del uso de recursos naturales y métodos de conservación.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                                 |  |  |   | Implemento de nuevas tecnologías para procesos productivos y uso de energías limpias en el sector agropecuario.  |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 72g** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES                             | PÚBLICO OBJETIVO     | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE                           | METODOLOGÍA  | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|---|----------------------|---|---|---------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C7. (Continúa)                          |                      | <i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i>   |   |                                       | Desarrollo de talleres relacionados con producción, agroindustria, procesamiento de carne, seguridad alimentaria, agricultura sustentable.   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| C8. Impulsar la reforestación municipal | Comunidad en general | <i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i> | Auditorio Municipal de Zempoala<br><br>Auditorio Ejidal de Téllez | Ayuntamiento o. D. Ecología Delegados | Desarrollo de infografías y materiales digitales, que promuevan la participación social, así como la invitación a voluntariado.  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   |                      |   |   |                                       | Promoción de convocatorias para un grupo de voluntariado a nivel municipal en redes sociales.  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   |                      |   |   |                                       | Invitaciones al público en general a las brigadas de limpieza en áreas verdes, localizadas en espacios habitacionales, comerciales y pertenecientes al ayuntamiento como plazas cívicas. |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   |                      |   |   |                                       | Realizar la invitación a participar en los procesos de clasificación y donación de árboles nativos o introducidos que beneficien al medio ambiente.                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   |                      |   |   |                                       | Promoción de jornadas de reforestación, donde se trabaje en conjunto al municipio la participación ciudadana.  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   |                      |   |   |                                       | Concurso: Aire limpio y conciencia.<br>Fomentar el cuidado a la flora y fauna, así como presentar la importancia de los beneficios que tienen los pulmones verdes el planeta.            |      |      |      |      |      |      |      |      |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 73h.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE                        | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|--|---|--|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |   |  |                                    |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |   |  |                                    |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |  |   |  |                                    |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| C9. Seguimiento a la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos<br><br>Proyectos comunitarios. | Primarias<br>1er, 3er y 6to grado.                       | <i>EJE 3:<br/>Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7:<br/>Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i> | Escuelas primarias del municipio   | D. Educación Directivos Académicos | Revisión del programa educativo que promueve la Secretaría de Educación Pública y fomentar el trabajo colaborativo de acuerdo al apartado "Proyectos Comunitarios".   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |                                    | Determinar la temática de los grupos a considerar, realizaran propuestas en conjunto para el campo formativo: Lenguaje//Saberes y pensamiento científico./Ética, naturaleza y sociedades/ De lo humano y lo comunitario |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |                                    | Desarrollar talleres: Mi primer huerto(Considerando que la población infantil replicara en sus localidades.)  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C10. Enseñanzas de la importancia de elaboración de compostas                                      | Amas de casa<br>Agricultores<br>Escuelas de nivel básico | <i>EJE 3:<br/>Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7:<br/>Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i> | Auditorio municipal de Zempoala  | Ayuntamiento Directivos Comunidad  | Desarrollo de talleres sobre los tipos de compostas y como elaborar una en casa.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   | Auditorio Ejidal de Téllez   |                                    | Establecer centros de concentración de residuos, donde los estudiantes depositen los residuos orgánicos consumidos dentro del plantel.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   | Principales comunidades: Zempoala, Privadas de Santa Matilde, Jagüey de Téllez |                                    | Elaboración de contenedores con material reutilizables para la clasificación de residuos orgánicos.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |  |   |  |                                    | Seleccionar a profesores responsables de los centros de compostaje y elegir a grupos encargados de dar difusión a los centros dentro de las escuelas y localidades.   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 74i.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO                                    | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE                         | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|---|---|---|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |   |   |   |                                     |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |   |   |   |                                     |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |   |   |   |                                     |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| C10. (Continúa)  |   |   |   |                                     | Determinar el destino final de la composta ya que pueden ser usados para los huertos urbanos, jardines polinizadores o realizar una repartición y estos sean llevados a las viviendas de los estudiantes. |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C11. Concientizar un consumo responsable de recursos hídricos          | Comunidad en general                                | <i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i> | Auditorio municipal de Zempoala<br><br>Auditorio Ejidal de Téllez | Ayuntamiento D. ecología C. Agua    | Plática: Sin agua no hay nada. Presentar temas relevantes como el estrés hídrico y los cuerpos de agua, análisis de periodos de retorno.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   |                                     | Análisis de los principales espacios de absorción municipalmente y fomentar que se conserven.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   |                                     | Taller: Segundos usos Educar a la población sobre el segundo uso que se le puede dar al agua, como uso para lavar jardines, uso para baños o riego de plantas.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C12. Concientizar a la población de construcción de captadores de agua | Sector industrial Comunidad Centros administrativos | <i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i> | Viviendas, industrias, Centros administrativos                    | Ayuntamiento. D. Ecología Comunidad | Capacitación sobre el uso de captadores de agua ecológicos y su instalación.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   |                                     | Taller: Manejo de captación de agua. Fomento de las manera de recolectar agua, mediante la lluvia.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   |                                     | Infografías. Que son los captadores. Tipos de captadores y beneficios   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |   |   |   |                                     | Videos promoviendo los casos de éxito de los captadores de agua dentro de escuelas, viviendas, comercios y espacios administrativos.  |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

**Tabla 75j.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO  | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|---|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |   |   |   |  |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |   |   |  |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| C12. (Continúa)   |   |   |   |  | Colocación de contenedores de agua en espacios públicos, y sitios estratégicos que permitan la captación de agua y eviten inundaciones en algunas zonas urbanas. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |  | Evaluación de los procesos de filtración.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C13. Promoción del uso de biodigestores como fuentes alternas de combustible                            | Agricultores<br>Industrias  | EJE 3:<br><i>Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br>EJE 7:<br><i>Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i> | Campos de cultivo en Zempoala<br><br>Centros industriales                                   | Ayuntamiento.<br>S. Productivo<br>Industrias<br>privadas | Fomento económico por parte del ayuntamiento mediante proyectos que brinden asesoramiento técnico a la población.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |  | Talleres y elaboración de materiales didácticos sobre el uso, manejo e instalación de biodigestores, facilitando el conocimiento a la población.                 |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |  | Propuestas de creación de biodigestores a nivel municipal o en las principales localidades.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C14. Concientizar sobre la implementación de las bases para una producción y cría de ganado responsable | Cabecera municipal y localidades que realizan actividades ganaderas de Centros de investigación | EJE 3:<br><i>Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i>   | Equipamiento público y educativo Auditorio municipal de Zempoala Auditorio Ejidal de Téllez | Ayuntamiento Ganaderos Universidades                     | Presentación de campaña para la concientización de las emisiones de compuestos y gases efecto invernadero por el sector agrícola.                                |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |  | Taller introductorio de estrategias para reducir las emisiones de ganado en su proceso de fermentación entérica: “Diets equilibradas”                            |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |  | Taller de seguimiento: “Empleo de algas en la dieta”   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 76k.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO                          | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN      | RESPONSABLE                            | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|---|--|-------------------|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |  |                   |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |   |  |                   |  |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|   |   |  |                   |  |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| C14. (Continúa)   |   | <i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario</i>  |                   |  | Difusión de investigaciones a través de folletos e infografías sobre las selección genética para reproducción de ganado a bajas emisiones.                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |                   |  | Evaluación colegiada “educativo y público” de la medida: “Reducción del consumo de carne y leche”, como eficaz para la reducción de compuestos y gases del efecto invernadero. |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |                   |  | Implementación de campañas “una dieta equilibrada”   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C15. Fortalecimiento de colaboración de la red de ciudadanía a la conservación de espacios turísticos | Turistas, Población externa del municipio | <i>EJE 3: Prevención de los efectos del cambio climático en el uso sustentable del agua.</i><br><br><i>EJE 7: Reducción de gases del efecto invernadero y manejo de emisiones en el sector agropecuario.</i> | Zonas históricas. | Ayuntamiento D. Turismo<br>D. Ecología | Determinar cuáles son las áreas principales de atracción municipal, de acuerdo a un censo dentro del municipio.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |                   |  | Seleccionar los puntos iniciales donde se desarrollen actividades que fomente la participación de los turistas como mediada de conservación ecológica.                         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |                   |  | Fomentar la conservación de biodiversidad de municipio durante las exposiciones a turistas.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |  |                   |  | Creación de promoción digital de las áreas de conservación, preservación, destinadas comunitariamente a la conservación ecológica.   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023.

**Tabla 77a.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ZEMPOALA  |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|---|---|--|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL –RESIDUOS-  |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>OBJETIVO GENERAL:</b> Sensibilizar a la población sobre la gestión integral de los RSU y el tratamiento de aguas residuales en el municipio  |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>   |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concientizar sobre los problemas que trae la mala gestión de RSU en el municipio</li> <li>• Fomentar la separación de RSU y reciclaje entre la población en general</li> <li>• Fomentar el cuidado de áreas verdes con el fin de prevenir el aumento de vertederos clandestinos</li> <li>• Elaboración de manuales que expongan la correcta clasificación y manejo de residuos valorizables.</li> <li>• Mejora regulatoria para el control y separación de residuos sólidos urbanos.</li> <li>• Ubicación de centros de reciclaje, compostaje y huertos urbanos comunitarios.</li> <li>• Manejo sostenible y eficiente para la recolección, traslado y disposición final de residuos sólidos urbanos.</li> </ul> |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>CONTENIDO RELEVANTE:</b> Participación ciudadana enfocada en la concientización de la población sobre el uso y manejo de plásticos de un solo uso y su correcta disposición final  |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>ESTRATEGIA:</b> Diseño de talleres y manuales para la reducción de Residuos Sólidos Urbanos.   |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>ALIANZAS Y COLABORACIÓN:</b> Ayuntamiento, vecinos de polígonos estratégicos, sector agrícola, sector educativo, sector industrial.  |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>TIPO DE RECURSOS:</b> Infografías, vídeos, conferencias, material de apoyo.  |   |   |  |  |  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO  | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN                                       | RESPONSABLE                            | METODOLOGÍA  | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| D.1 Fomentar campañas de limpieza, tratamiento de residuos y reciclaje .  | Vecinos, comerciantes y habitantes de las colonias elegidas | EJE 7:<br>Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos | Equipamiento público (Explanada de la zona centro) | Ayuntamiento                           | -Pláticas informativas sobre los efectos de los residuos sólidos en la salud de los habitantes.  | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|   |   |   |  | Escuelas ubicadas en zonas delimitadas | -Proporcionar materiales adecuados para el manejo de desechos.   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    |
|   |   |   |  | Líder de comerciantes                  | -Designación del punto/área/polígono a intervenir.   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 0    |
|   |   |   |  |  | -Clasificación de productos/residuos en 5 rubros para su correcta disposición:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos del hogar</li> <li>• Envolturas de comida</li> <li>• Higiene personal</li> <li>• Unicel</li> <li>• Plástico desechable</li> </ul> |      |      |      |      |      |      |      |      |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

**Tabla 78b.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO   | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN  | RESPONSABLE                                       | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|---|--|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |  |   |   |   |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|   |  |   |   |   |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| D1. (Continúa)  |  |   |   |   | -Ubicación de contenedores en la colonia intervenida para la correcta disposición de los residuos separados anteriormente.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |   | -Primer acercamiento a la elaboración del Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| D.2 Promover y coordinar proyectos y acciones en las colonias/barrios/ejidos que contribuyan al cuidado del medio ambiente y manejo correcto de sus recursos naturales. | Vecinos y Comerciantes   | <i>EJE 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos</i> | Colonias ubicadas en la periferia del municipio                                   | Ayuntamiento<br><br>Representante vecinal/barrial | -Identificación de flora y fauna en la zona a intervenir, haciendo énfasis en aquellas que presenten deterioro ambiental (vertederos clandestinos, bancos de materiales).  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |   | -Fomentar métodos de protección de recursos mediante la implementación de prácticas ecológicas en la agricultura.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |   | -Motivar el trabajo comunitario para la limpieza y manejo adecuado de los residuos.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |  |   |   |   | -Diseño de infografías y materiales de apoyo para que los habitantes puedan identificar la importancia ambiental de la flora y fauna, así como el manejo de sus residuos para evitar la contaminación de los mismos. |   |   |   |   |   |   |   |   |
| D.3 Desarrollar, y usar tecnologías amigables con el ambiente para el control y manejo de desechos en el sector industrial.   | Directores/gerentes/dueños de empresas/fábricas y sector educativo | <i>EJE 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos</i> | Infraestructura (Industria)<br><br>Espacio público (Áreas Económicas y de Abasto) | COPARMEX<br><br>Dirigente de comerciantes         | -Incentivar la puesta en práctica de tecnologías amigables con el ambiente para el aprovechamiento sustentable de los recursos.  |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

**Tabla 79c.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO                 | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN                            | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|----------------------------------|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |                                  |   |   |  |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |                                  |   |   |  |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |                                  |   |   |  |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| D3.(Continúa)  |                                  |   |   |  | -Pláticas informativas dirigidas a los empleados y empleadores respecto a la integración de prácticas ambientales en su vida laboral, con ejemplos como los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de gastos innecesarios de impresiones</li> <li>• Uso racional de envases de un solo uso</li> <li>• Ahorro de agua</li> <li>• Digitalización de documentos</li> </ul> |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                                  |   |   |  | -Desarrollo de talleres para la implementación de buenas prácticas ambientales en la industria.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| D.4 Sensibilizar a vecinos en temas relacionados a la separación de basura | Vecinos, comerciantes y colegios | <i>EJE 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos</i> | Espacio público (Educativas y Sociales) | Ayuntamiento<br><br>Escuelas ubicadas en zonas delimitadas | -Pláticas de sensibilización al cuidado del medio ambiente: Causas y consecuencias de los residuos plásticos en el organismo  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                                  |   |   |  | -Concientizar a los habitantes del municipio sobre la problemática relacionada con los residuos y su correcta disposición final.  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                                  |   |   |  | -Ubicación de contenedores según el tipo de residuo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde: Orgánicos</li> <li>• Gris: Inorgánicos y reciclables</li> <li>• Naranja: Inorgánicos y No reciclables</li> <li>• Café o marrón: Residuos electrónicos o domésticos</li> </ul>   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                                  |   |   |  | -Ubicación de un “Punto Verde”, en el cual se hará la disposición de residuos, tales como baterías, cartón, PET, equipos electrónicos y unicef.   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

**Tabla 80d.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES  | PÚBLICO OBJETIVO           | INCIDENCIA TRANSVERSAL   | LOCALIZACIÓN                                 | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--|----------------------------|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |                            |  |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |                            |  |  |  |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|  |                            |  |  |  |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| D.5 Incentivar la economía circular y residuos valorizables entre los principales generadores de RSU           | Vecinos y sector educativo | EJE 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos | Equipamiento público (Educativas y Sociales) | Ayuntamiento<br><br>Representante vecinal/barrial          | -Plática de concientización: La basura como acceso a recursos económicos   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                            |  |  |  | -Reunión con los habitantes para la entrega de calendarios para la recolección de residuos según su tipo, tomando el siguiente ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos orgánicos: lunes, miércoles, viernes y sábado</li> <li>• Desechos inorgánicos reciclables: martes, jueves y sábado</li> <li>• Desechos inorgánicos no reciclables: viernes y sábados</li> <li>• Desechos electrónicos o domésticos: Domingo</li> </ul> |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                            |  |  |  | -Capacitación a vecinos con el personal de Servicios Públicos Municipales sobre la adecuada separación de la basura y su manejo.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                            |  |  |  | -Visitas de difusión a comerciantes sobre el manejo de sus residuos y la puesta en marcha del calendario de recolección.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| D.6 Diseñar procesos que involucren procesos sistemáticos de comunicación y educación ambiental en la sociedad | Sector educativo           | EJE 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos | Equipamiento público (Educativo)             | Ayuntamiento<br><br>Escuelas ubicadas en zonas delimitadas | -Pláticas para la difusión de conocimientos relevantes sobre temas ambientales y su impacto en la vida de las niñas, niños y adolescentes.   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                            |  |  |  | -Diseño de folletos con información relacionada a la educación ambiental y las buenas prácticas en los colegios  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                            |  |  |  | -Fomentar actividades para la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos sobre temas ambientales   |   |   |   |   |   |   |   |   |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

**Tabla 81e.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES   | PÚBLICO OBJETIVO  | INCIDENCIA TRANSVERSAL  | LOCALIZACIÓN   | RESPONSABLE  | METODOLOGÍA   | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|---|---|---|--|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| D.7 Promover la participación ciudadana para el diseño e implementación del Programa: “Para la Prevención y Gestión Integral de Residuos” | Vecinos, comerciantes, habitantes del municipio, academias, cámaras y colegios        | <i>EJE 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos</i> | Espacio público (Económico, Social, Cultural, Educativo) | Gobierno Estatal<br><br>Ayuntamiento                                     | -Convocatoria a los habitantes del municipio para el acceso a pláticas informativas referente a la elaboración del Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.  | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|   |   |   |  |  | -Planteamiento de problemas originado por la concentración de residuos en el ambiente.  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   |   |   |  |  | -Aplicación de encuestas en las colonias para la ubicación de puntos de vulnerabilidad ambiental  | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    |
|   |   |   |  |  | Delimitación de polígonos de estudio para toma de muestras.   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 0    |
|   |   |   |  |  | - Restauración y conservación de predios afectados por la disposición clandestina de residuos sólidos   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| D.8 Uso, tratamiento y disposición final de aguas residuales  | Ayuntamiento/empresas/cámaras de vivienda, habitantes del municipio, sector educativo | <i>EJE 7: Minimización y manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos</i> | Zona de descarga de aguas residuales                     | Ayuntamiento<br><br>Ejidatarios<br><br>Enlaces Vecinales<br><br>Escuelas | -Delimitación de polígonos de estudio para la toma de muestras y ubicación de zonas de mayor concentración.   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    |
|   |   |   |  |  | -Pláticas informativas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos del contacto de las aguas residuales en la salud de los habitantes.</li> <li>Manejo y funcionamiento de las Plantas Tratadoras de Aguas Residuales.</li> </ul> | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   |   |   |  |  | -Diagnóstico de Funcionamiento de las Plantas Tratadoras.   | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    |
|   |   |   |  |  |   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 0    |

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

**Tabla 82f.** Acciones del programa de educación ambiental (eje transversal) de la categoría de Residuos para el municipio de Zempoala, 2023-2030

| ACTIVIDADES    | PÚBLICO OBJETIVO | INCIDENCIA TRANSVERSAL | LOCALIZACIÓN | RESPONSABLE | METODOLOGÍA   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|----------------|------------------|------------------------|--------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                |                  |                        |              |             |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                |                  |                        |              |             |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| D8. (Continúa) |                  |                        |              |             | -Reuniones vecinales para la concientización sobre la disposición final de las aguas generadas dentro de las viviendas.           |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                |                  |                        |              |             | -Diseño y entrega de folletería sobre la reutilización de aguas grises en el contexto agrícola.                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                |                  |                        |              |             | -Desarrollo del inventario de mediciones semanales sobre la calidad del agua para uso agrícola/humano.                            |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                |                  |                        |              |             | -Auditorías relacionadas a los procesos de remediación aplicados en las grandes industrias y el desazolve de aguas negras/grises. |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados y las proyecciones del IMECyGEI, Zempoala, 2023

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayuntamiento de Tula de Allende, Hidalgo. (2021). *Ayuntamiento de Tula de Allende, Hidalgo*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022, de Honorable Asamblea de Tula de Allende, Hidalgo: <https://tula.gob.mx/gobierno/honorable-asamblea/>
- Ayuntamiento de Tula de Allende, Hidalgo. (2021). *Ayuntamiento de Tula de Allende, Hidalgo*. Recuperado el 5 de Octubre de 2022, de Dependencias: <https://tula.gob.mx/gobierno/dependencias/>
- CFE. (03 de mayo de 2018). *Datos Abiertos de México*. Obtenido de Usuarios y consumo de electricidad: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/usuarios-y-consumo-de-electricidad-por-municipio-2010-2017>
- COESPO-Hidalgo. (2020). *Perfiles Sociodemográficos Municipales*. Obtenido de Zempoala: <http://poblacion.hidalgo.gob.mx>
- Consejo Estatal de Población del Estado de Hidalgo. (2020). *Consejo Estatal de Población del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 8 de Octubre de 2022, de Proyecciones de Población Municipal 2015-2030: <http://poblacion.hidalgo.gob.mx/pag/proyecciones.html>
- Gobierno de México. (2022). *Data México*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2022, de Atitalaquia, Municipio de Hidalgo: <https://datamexico.org/es/profile/geo/atitalaquia>
- Gobierno de México. (2022). *Data México*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2022, de Zempoala, Municipio de Hidalgo: <https://datamexico.org/es/profile/geo/zempoala>
- Gobierno de México. (2022). *Data México*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2022, de Zempoala, Municipio de Hidalgo: <https://datamexico.org/es/profile/geo/zempoala#population-and-housing>
- Gobierno de México. (2022). *Data México*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2022, de Zempoala, Municipio de Hidalgo: <https://datamexico.org/es/profile/geo/zempoala#population-and-housing>
- Gobierno del estado de Hidalgo. (2010). *Gobierno del estado de Hidalgo*. Recuperado el Septiembre de 16 de 2022, de Enciclopedia de los municipios de Hidalgo: Tula de Allende: <http://docencia.uaeh.edu.mx/estudios-pertinencia/docs/hidalgo-municipios/Tula-De-Allende-Enciclopedia-De-Los-Municipios.pdf>
- Gobierno del Estado de Hidalgo. (2011). *Gobierno del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 28 de Octubre de 2022, de Enciclopedia de los municipios de Hidalgo Zempoala:

<http://docencia.uaeh.edu.mx/estudios-pertinencia/docs/hidalgo-municipios/Zempoala-Enciclopedia-De-Los-Municipios.pdf>

Gobierno del Estado de Hidalgo. (25 de Diciembre de 2017). *Gobierno del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2022, de Decreto que determina la regionalización del estado libre y soberano de Hidalgo: <http://sigeh.hidalgo.gob.mx/productos/decretos/Decreto-de-Regionalizaci%C3%B3n-Hidalgo-2017-1-1.pdf>

Gobierno del Estado de Hidalgo. (2020). *Gobierno del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 5 de Octubre de 2022, de Perfiles Demográficos Municipales: [http://poblacion.hidalgo.gob.mx/pdf/perfiles/pp\\_municipios-Zempoala.pdf](http://poblacion.hidalgo.gob.mx/pdf/perfiles/pp_municipios-Zempoala.pdf)

González, A. (n.d.). Llevan a otro sitio la basura de Zempoala. El Sol De Hidalgo. <https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/llevan-a-otro-sitio-la-basura-de-zempoala-4222174.html>

INEGI. (2009). Obtenido de Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos,.

INEGI. (2010). *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2022, de Compendio de información geográfica municipal 2010 Zempoala, Hidalgo: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/13/13083.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13083.pdf)

INEGI. (2010). *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2022, de Compendio de información geográfica municipal 2010 Zempoala, Hidalgo: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/13/13076.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13076.pdf)

INEGI. (21 de diciembre de 2015). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de Encuesta Intercensal 2015: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/#Microdatos>

INEGI. (2019). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de Sistema de consultas: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

INEGI. (16 de marzo de 2021). *Censos y Conteos de Población y Vivienda*. Obtenido de Censo de Población y Vivienda: [https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Resultados\\_generales](https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Resultados_generales)

- INEGI. (2021). *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. Recuperado el 24 de Agosto de 2022, de Panorama sociodemográfico de México: Hidalgo 2020: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825197865.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197865.pdf)
- INEGI. (diciembre de 2021A). *Marco Geoestadístico*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas>
- INEGI. (16 de marzo de 2021B). *Subsistema de Información Geográfica*. Obtenido de Vehículos de motor registrados en circulación: [https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Resultados\\_generales](https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Resultados_generales)
- INEGI. (2022). *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. Recuperado el 31 de Agosto de 2022, de Espacio y datos de México: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=13010>
- INEGI. (2023). Sistema de Consulta de Integración Territorial (SCITEL). <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Uso de Suelo y Vegetación*. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Mapa>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- Martínez, C. (17 de Enero de 2019). *El Sol de Hidalgo*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2022, de Así era Tula cuando se creó el Estado: <https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/regional/asi-era-tula-cuando-se-creo-el-estado-2934260.html>
- Montiel, L., & Montiel, L. (2019, March 6). Habitantes de Zempoala denuncian problemas de basura y agua potable - Al Día Noticias. Al Día Noticias - ADN. <https://aldianoticias.mx/2019/03/06/habitantes-de-zempoala-denuncian-problemas-de-basura-y-agua-potable/>
- Municipios.mx. (2022). *Municipios.mx*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de Tula de Allende: <http://www.municipios.mx/hidalgo/tula-de-allende/>
- Municipio de Zempoala, (2021). *Plan Municipal de Desarrollo de Zempoala 2020-2024*. Municipio de Zempoala. <https://zempoala.gob.mx/assets/plan-municipal-de-desarrollo-de-zempoala-hidalgo-2020-2024.pdf>

Periódico Oficial del Estado de Hidalgo. (31 de diciembre de 2019). *Ley de ingresos para el municipio de Tulancingo de Bravo correspondiente al ejercicio fiscal 2020*. Obtenido de <https://periodico.hidalgo.gob.mx/?p=37368>

Rosas, L. (n.d.). Incendios, basura y huachicoleo afectan áreas naturales de Pachuca. La Silla Rota. <https://lasillarota.com/hidalgo/estado/2020/5/1/incendios-basura-huachicoleo-afectan-areas-naturales-de-pachuca-227602.html>

Secretaría del Bienestar. (2020). *Secretaría del Bienestar*. Recuperado el 2022 de Septiembre de 14, de Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022: Hidalgo, Zempoala:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699365/13\\_083\\_HGO\\_Zempoala.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699365/13_083_HGO_Zempoala.pdf)

Secretaría del Bienestar. (2020). *Secretaría del Bienestar*. Recuperado el 2022 de Septiembre de 14, de Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022: Hidalgo, Zempoala:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699365/13\\_083\\_HGO\\_Zempoala.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699365/13_083_HGO_Zempoala.pdf)

Secretaría del Bienestar. (2020). *Secretaría del Bienestar*. Recuperado el 2022 de Septiembre de 14, de Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022: Hidalgo, Tula de Allende:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699358/13\\_076\\_HGO\\_Tula\\_de\\_Allende.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699358/13_076_HGO_Tula_de_Allende.pdf)

SEMICMEX. (2021). *Datos viales*. Obtenido de Volúmenes de tránsito registrados en las estaciones permanentes de conteo de vehículos :  
<http://datosviales2020.routedev.mx/main>

Agenda de intervención para incidir en la mitigación y adaptación del Cambio Climático para mejorar la calidad del aire y la salud en tres Zonas Metropolitanas del estado de Hidalgo

**PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE ZEMPOALA, ESTADO DE HIDALGO**  
**Zempoala, Hgo., julio 2023.**



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

