



# Actualización del Inventario de Emisiones Contaminantes del Estado de Hidalgo



**Secretaría de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales**

Hidalgo crece contigo



Estado Libre y Soberano  
de Hidalgo

**ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE  
EMISIONES CONTAMINANTES DEL ESTADO  
DE HIDALGO**

**AÑO BASE 2018**

Preparado para:

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

**MARZO DE 2021**

## DIRECTORIO

---

### LIC. OMAR FAYAD MENESES

Gobernador Constitucional del  
Estado de Hidalgo

### MTRO. SAID JAVIER ESTRELLA GARCÍA

Secretario de Medio Ambiente y Recursos  
Naturales del Estado de Hidalgo





## COORDINACIÓN HIDALGO

---

### **RICARDO ALBERTO PÉREZ HERNÁNDEZ**

Subdirector de Mantenimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo SIMAEH (SEMARNATH)

### **YADIRA GARCÍA VALDERRAMA**

Encargada del departamento de Gestión de Calidad del Aire (SEMARNATH)

## GOBIERNO FEDERAL

### **DANIEL LÓPEZ VICUÑA**

Director de Calidad del Aire de la DGGCARETC (SEMARNAT)

### **HUGO LANDA FONSECA**

Subdirector de Gestión y Regulación de la DGGCARETC (SEMARNAT)



## AGRADECIMIENTOS

---

**E**l Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo 2018, integra información de diversas Secretarías del Gobierno del Estado de Hidalgo, de los municipios que conforman la entidad y Secretarías de la Federación, por lo que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNATH) expresa su reconocimiento y agradecimiento a todas las dependencias que participaron y proporcionaron la información insumo para el desarrollo del presente inventario.

La realización de este proyecto fue posible gracias a la coordinación entre el personal del Estado y la Dirección de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal (SEMARNAT), quienes revisaron y validaron los procesos metodológicos y de cálculo.

## RESUMEN EJECUTIVO

El Gobierno del Estado de Hidalgo, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH), elaboró el Inventario de Emisiones Contaminantes del Estado de Hidalgo, año base 2018, con el objetivo de conocer la situación ambiental de las fuentes emisoras presentes en la entidad, así como la distribución espacial y temporal de las emisiones a nivel de categoría de emisión y municipio, para el uso de modelos de calidad del aire, que permitan la evaluación y seguimiento de las medidas de mitigación propuestas en el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo (ProAire).

La actualización del inventario consideró la siguiente cantidad de categorías de emisión:

Fuentes fijas (23 sectores industriales federales y estatales); 33 fuentes de área (habitacional, comercios y servicios, actividades agropecuarias, entre otras); fuentes móviles (10 categorías vehículos automotores); fuentes móviles no carreteras (3 categorías: maquinaria de la construcción, aeronaves y centrales de autobuses) y fuentes naturales (emisiones biogénica y erosivas). En total se estimaron y actualizaron las emisiones de 71 categorías de emisión.

Es importante mencionar que la información recopilada y generada por la SEMARNATH con cada uno de los 84 municipios de esta entidad, y las diversas dependencias federales y estatales, permitió obtener un inventario de emisiones detallado y de calidad.

Las metodologías utilizadas para la estimación del inventario de emisiones fueron las establecidas por la SEMARNAT

federal, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), e instancias internacionales como la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés). A través de estos métodos de estimación, se calcularon las emisiones de los siguientes contaminantes: partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), amoniaco ( $NH_3$ ), metano ( $CH_4$ ) y carbono negro (CN).

Los principales resultados de inventario de emisiones 2018 para el Estado de Hidalgo muestran lo siguiente:

- El balance de energía para el Estado de Hidalgo, 2018 muestra que en general se consumen 198.7 PJ, lo que representa el 3.7% de la energía utilizada a nivel nacional. Por sector, la industria consume 66.6% de la energía total, seguida del autotransporte con 23.5% y el uso doméstico con 9.2%. Por tipo de combustible, el combustible pesado genera 37.4% de la energía consumida en Hidalgo, seguido por el gas natural con 17.3%, la gasolina con 13.4% y el diésel con 10.3%.
- Los resultados de emisión por fuente muestran que las fuentes fijas contribuyen con 99.3% de la emisión del dióxido de azufre ( $SO_2$ ). Las fuentes de área son las principales emisoras de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) en 67.6% y 59.3%, respectivamente, de amoniaco ( $NH_3$ ), 98.2%, así como 99.2% de metano ( $CH_4$ ) y 57.2% de carbono negro (CN). Las fuentes móviles emiten 47.5% del monóxido de carbono (CO), 29.3% de

óxidos de nitrógeno (NOx). Las fuentes naturales generan la mayor cantidad de compuestos orgánicos volátiles (COV) con 63.4% y NOx con 31.5%.

- El análisis por categoría de emisión muestra que los caminos pavimentados y no pavimentados, la combustión doméstica, quemas agrícolas, la generación de energía eléctrica, industria del petróleo y petroquímica y la labranza son las principales emisoras de partículas PM10 y PM2.5, mientras que la generación de energía eléctrica y la industria del petróleo y petroquímica contribuyen con 95.4% de la emisión de SO2.

En cuanto a la emisión de COV, las emisiones antropogénicas se centran en la combustión doméstica, las aguas residuales, el manejo y distribución de gas L.P. y los vehículos automotores; mientras que para la generación de NOx, la industria del cemento, la generación de energía eléctrica y los vehículos automotores son importantes.

El monóxido de carbono (CO) se emite en mayor medida por la combustión doméstica y los vehículos automotores. En la emisión de metano (CH4), el tratamiento de aguas residuales, las emisiones ganaderas y los rellenos sanitarios son los principales emisores.

- Por municipio, Tula de Allende es el municipio con mayores emisiones de PM10 (16.6%), PM2.5 (23.4%), SO2 (56.3%), NOx (19.4%) y carbono negro (21.9%) debidas principalmente a la generación de energía eléctrica e industria cementera. Pachuca de Soto tiene emisiones importantes de PM10 (8.9%) y PM2.5 (5.4%) por caminos pavimentados y no pavimentados, así como por la combustión doméstica de leña, además de CO (12.6%), NOx (4.9%) y COV (3.9%) en su mayoría por vehículos automotores. Atitalaquia tiene emisiones de importancia de

SO2 (39.3%) de la industria del petróleo y petroquímica. Atotonilco de Tula destaca por sus altas emisiones de CH4 (44.4%) y COV (7.2%) atribuidas en su mayoría por el tratamiento de aguas residuales. Otros municipios relevantes por sus emisiones a la atmósfera son Tulancingo de Bravo, Tizayuca, Tlanchinol y Tecozautla.

La principal emisión de contaminantes atmosféricos se concentra en el sector industrial, de transporte, así como en aquellos municipios con una mayor cantidad de habitantes.

Otros municipios sobresalen en sus emisiones por concentrar actividades como el tratamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios, sin que necesariamente se generen en los esteros residuos. También destacan municipios por emisiones biogénicas, al tener amplias superficies con cubierta vegetal.



## CONTENIDO

- 18** Agradecimientos
- 92** Resumen ejecutivo
- 67** Contenido
- 67** Lista de cuadros
- 45** Lista de figuras
- 18** Introducción
- 92** Caracterización de la zona de estudio
- 67** Fundamento legal
- 45** Características generales del inventario de emisiones
- 18** Metodología para la elaboración del inventario de emisiones
- 92** Balance de energía
- 67** Inventario de emisiones
- 45** Representación geográfica de emisiones
- 18** Conclusiones
- 67** Recomendaciones
- 67** Siglas y acrónimos
- 45** Glosario de términos
- 18** Bibliografía
- 92** Anexo I. Inventario de emisiones por categoría.
- 67** Anexo II. Inventario de emisiones por fuente por municipio.
- 45**



## LISTA DE CUADROS

- 18** Cuadro 1. Métodos de estimación de emisiones contaminantes al aire.
- 92** Cuadro 2. Número de industrias por sector.
- 67** Cuadro 3. Tipos de combustibles utilizados en las industrias en el Estado de Hidalgo.
- 45** Cuadro 4. Método para la estimación de emisiones.
- 18** Cuadro 5. Información obtenida para la estimación de fuentes de área.
- 92** Cuadro 6. Metodologías utilizadas para la estimación de emisiones en las fuentes móviles no carreteras.
- 67** Cuadro 7. Información obtenida para la estimación de las fuentes móviles no carreteras.
- 45** Cuadro 8. Consumo energético por sector y tipo de combustible en el Estado de Hidalgo, 2018.
- 92** Cuadro 9. Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el Estado de Hidalgo, 2016 vs 2018.
- 67** Cuadro 10. Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el Estado de Hidalgo, 2018.
- 45** Cuadro 11. Inventario de emisiones de fuentes fijas del Estado de Hidalgo.
- 18** Cuadro 12. Inventario de emisiones de fuentes móviles carreteras para el Estado de Hidalgo.
- 92** Cuadro 13. Inventario de emisiones de fuentes de área para el Estado de Hidalgo.
- 67** Cuadro 14. Emisiones por municipio del Estado de Hidalgo.
- 45** Cuadro 15. Emisiones de contaminantes por categoría.
- 18** Cuadro 16. Emisiones de contaminantes por fuentes fijas por municipio.
- 92** Cuadro 17. Emisiones de contaminantes de fuentes fijas generadas por jurisdicción y sector industrial.
- 67** Cuadro 18. Emisiones de contaminantes de fuentes móviles carreteras por municipio.

- 18** Cuadro 19. Emisión de contaminantes de fuentes móviles no carreteras por municipio.
- 92** Cuadro 20. Emisión de contaminantes de fuentes de área por municipio.
- 67** Cuadro 21. Emisión de contaminantes de fuentes naturales por municipio.
- 45** Cuadro 22. Emisión de contaminantes totales por municipio.



## LISTA DE FIGURAS

- 18** Figura 1. División política municipal del Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 2. Uso de suelo en el Estado de Hidalgo.
- 67** Figura 3. Tendencia de crecimiento poblacional en el Estado de Hidalgo.  
**67** Figura 4. Fuentes y categorías de emisión.
- 45** Figura 5. Métodos de estimación de emisiones contaminantes al aire.
- 18** Figura 6. Consumo energético por tipo de combustible en fuentes fijas, año 2018.
- 92** Figura 7. Distribución de la flota vehicular por municipio del Estado de Hidalgo.
- 67** Figura 8. Distribución de la flota vehicular del Estado de Hidalgo por antigüedad.
- 45** Figura 9. Porcentaje de emisión de contaminante por fuente en el Estado de Hidalgo.
- 18** Figura 10. Emisión de contaminantes por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 11. Porcentaje de emisión de PM10 por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.
- 67** Figura 12. Porcentaje de emisión de PM2.5 por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.
- 45** Figura 13. Porcentaje de emisión de SO2 por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.
- 18** Figura 14. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 15. Emisión de contaminantes por fuentes móviles carreteras en el Estado de Hidalgo.
- 67** Figura 16. Porcentaje de emisión de CO por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.
- 45** Figura 17. Porcentaje de emisión de COV por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.
- 18** Figura 18. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 19. Emisión de contaminantes por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.
- 67** Figura 20. Porcentaje de emisión de PM10 por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.

- 18** Figura 21. Porcentaje de emisión de CO por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 22. Porcentaje de emisión de COV por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.
- 67** Figura 23. Porcentaje de emisión de CH<sub>4</sub> por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.
- 45** Figura 24. Principales categorías de emisión por tipo de contaminante en el Estado de Hidalgo.
- 18** Figura 25. Emisión de contaminantes por municipio en el Estado de Hidalgo.
- 67** Figura 26. Distribución espacial de PM<sub>10</sub> a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 45** Figura 27. Distribución espacial de PM<sub>2.5</sub> a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 18** Figura 28. Distribución espacial de SO<sub>2</sub> a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 29. Distribución espacial de CO a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 45** Figura 30. Distribución espacial de NO<sub>x</sub> a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 18** Figura 31. Distribución espacial de COV a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 32. Distribución espacial de NH<sub>3</sub> a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 45** Figura 33. Distribución espacial de CH<sub>4</sub> a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 18** Figura 34. Distribución espacial de CN a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.
- 92** Figura 35. Distribución espacial de emisiones de PM<sub>10</sub> de las categorías de combustión doméstica y labranza agrícola.
- 18** Figura 36. Distribución espacial de emisiones de PM<sub>10</sub> de las categorías de caminos pavimentados y no pavimentados.
- 92** Figura 37. Distribución espacial de emisiones de PM<sub>2.5</sub> de las categorías de ladrilleras, incendios forestales y la extracción/beneficio minerales no metálicos.
- 67** Figura 38. Distribución espacial de emisiones de CO de fuentes fijas, fuentes

**18** móviles y la categoría de quemas agrícolas de las fuentes de área.

**92** Figura 39. Distribución espacial de emisiones de NO<sub>x</sub> de fuentes fijas y fuentes móviles.

**67** Figura 40. Distribución espacial de emisiones de COV de las categorías de aguas residuales, rellenos sanitarios y, manejo y distribución de combustibles.





## 1. INTRODUCCIÓN

**L**a calidad del aire influye de manera determinante en la salud de los seres vivos y los ecosistemas, por lo que es de importancia dar seguimiento constante a través del monitoreo atmosférico, para observar su comportamiento a través del tiempo.

Sin embargo, para conocer quién, cómo, cuándo y dónde se emiten los contaminantes atmosféricos que determinan la calidad del aire, es necesario elaborar los inventarios de emisiones, los cuales permiten identificar y jerarquizar las fuentes de emisión y su contribución en la emisión de contaminantes, además de distribuir de forma espacial (dónde se emiten) y temporal (cuándo se emiten) las emisiones.

Entre las principales características de los inventarios de emisiones destacan las siguientes: a) constituyen la base para el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de los programas de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire); b) da seguimiento al comportamiento de las tendencias en las emisiones de contaminantes para una fuente en particular o de una región en general; y, c) apoya la toma de decisiones para la implementación de medidas de control de emisiones.

En lo que respecta a los inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos para el Estado de Hidalgo, actualmente se cuenta con las publicaciones de los años base 2011 y 2016, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNATH).

La elaboración de estos inventarios ha sido homologada en las fuentes de información y metodologías de estimación de emisiones, las cuales incluyen la estimación de emisiones para las fuentes fijas, de área, móviles carreteras y no carreteras, así como las fuentes naturales. Esta homologación permite hacer comparables los inventarios de diferentes años, a fin de dar seguimiento a su evolución.

Como antecedente, se puede mencionar que el inventario de emisiones año base 2016 para el Estado de Hidalgo, consideró las categorías de fuentes fijas, área, móviles carreteras y no carreteras, así como fuentes naturales.

En el inventario de año base 2016, las fuentes fijas son las responsables del 99.3% de SO<sub>2</sub>, mientras que las fuentes móviles carretera generaron 30.8% de NO<sub>x</sub> y 55.1% de CO.

Las fuentes de área aportaron 55.7% de PM10, 45.5% de PM2.5, 43.2% de CN, 97.9% de NH<sub>3</sub> y 77.7% de CH<sub>4</sub>. Las fuentes naturales emiten 71.2% de COV.

De las fuentes fijas en el año 2016 destacaron las emisiones de generación de energía eléctrica y petróleo y petroquímica.

De fuentes móviles los vehículos de uso particular y las pickup fueron las subcategorías de mayor emisión.

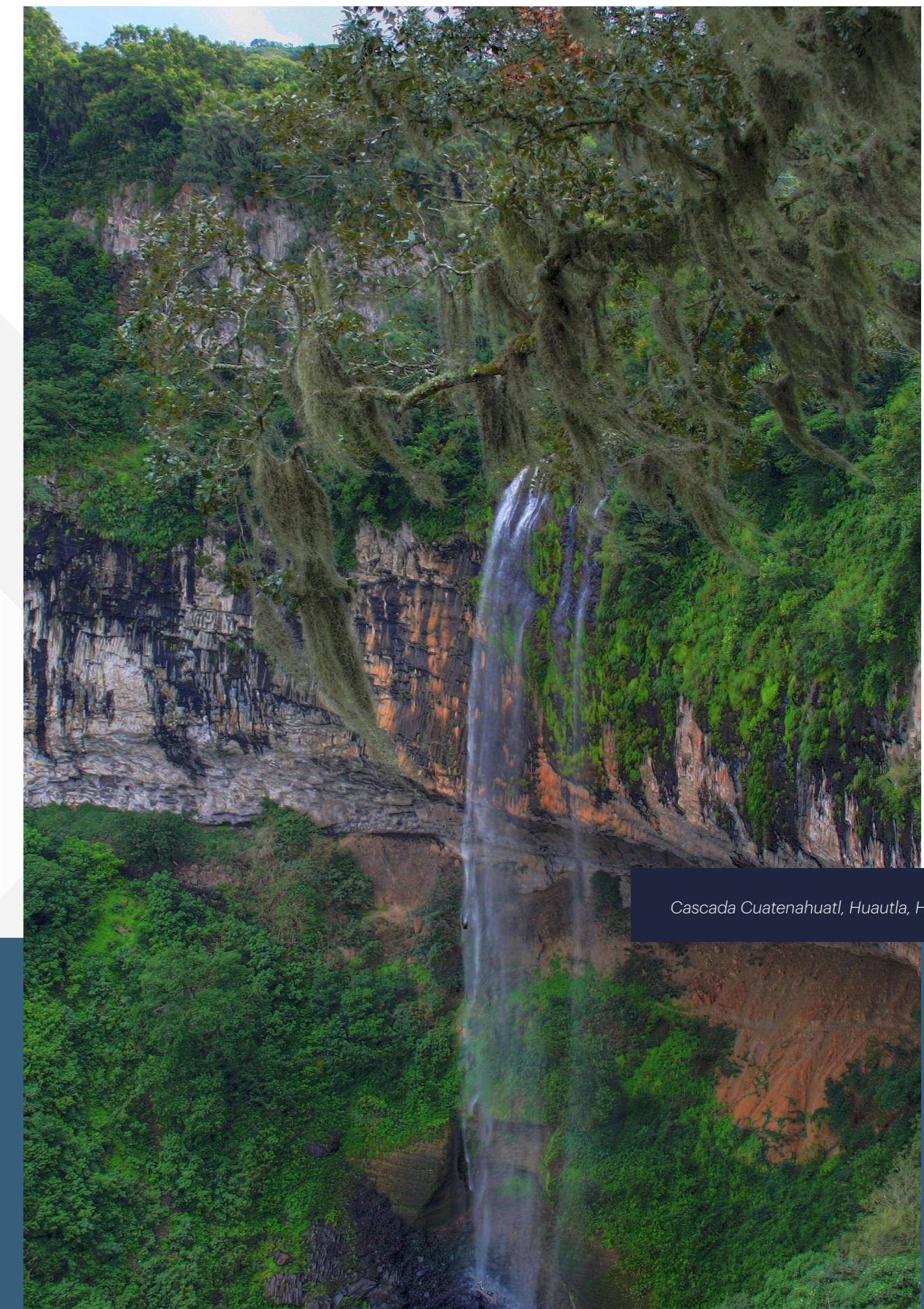
De las fuentes de área, las emisiones se generaron principalmente por las subcategorías de labranza, caminos pavimentados y no pavimentados, quemas agrícolas y combustión doméstica.

Las fuentes naturales aportaron la mayor cantidad de emisiones por la categoría de biogénicas.

En las emisiones estimadas para la actividad del año 2016, los municipios en los que se generaron la mayor cantidad de emisiones, en orden de mayor a menor cantidad de contaminantes emitidos fueron: Tula de Allende, Atitalaquia, Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo, Mineral de la Reforma, Tizayuca y Progreso de Obregón.

Este documento muestra los resultados del Inventario de Emisiones Contaminantes del Estado de Hidalgo, año base 2018, el cual ha sido desarrollado con una resolución espacial a nivel de categoría de emisión y municipal.

Los alcances del inventario de emisiones, cuyos resultados han sido validados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Federales (SEMARNAT) a nivel federal, permitirán el uso de modelos de calidad del aire, así como la evaluación y seguimiento del ProAire del Estado de Hidalgo.





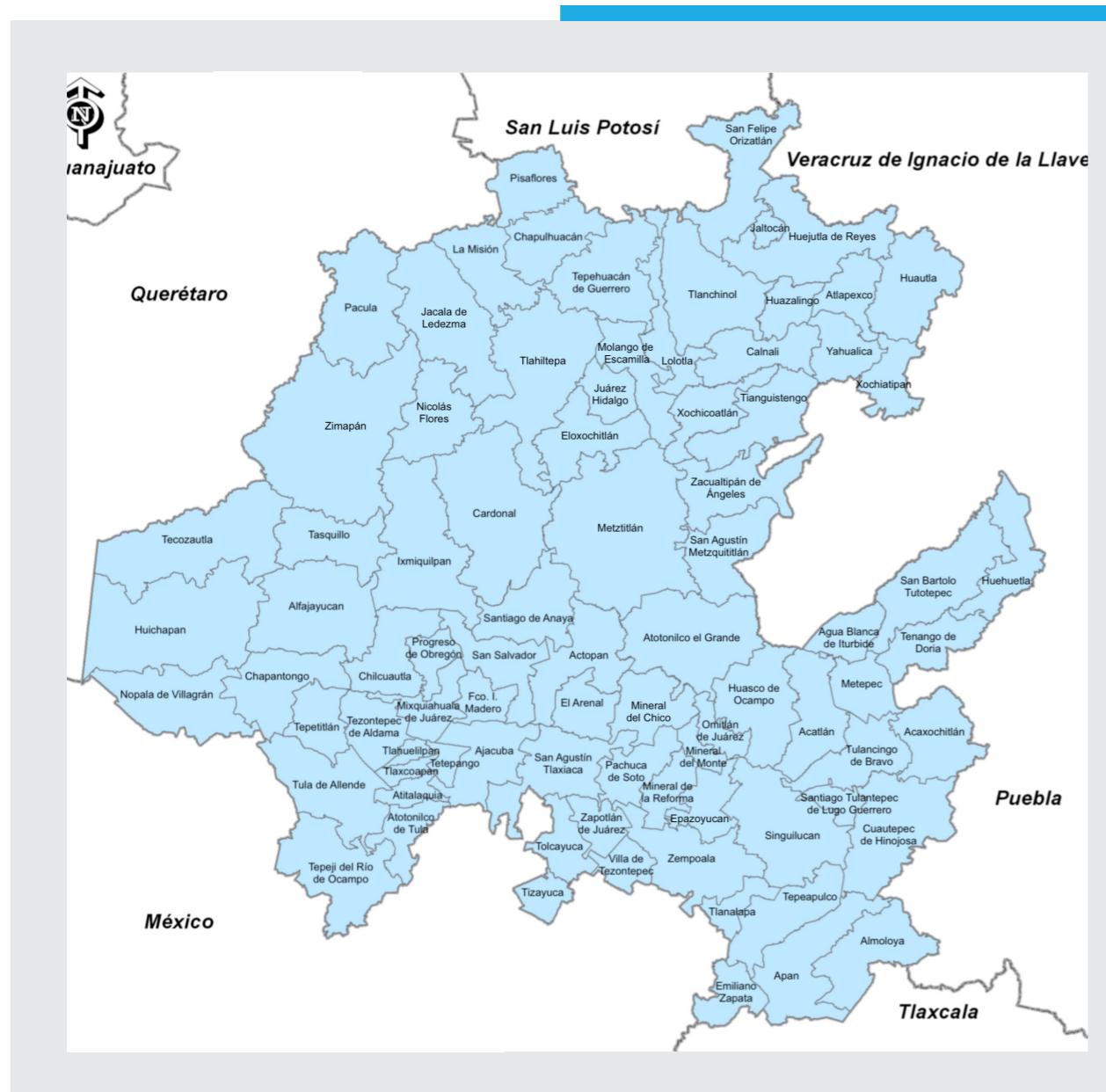
## 2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 2.1. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS

**E**l Estado de Hidalgo colinda al norte con San Luis Potosí; al sur con Tlaxcala y el Estado de México; al oriente con Puebla y Veracruz; y, al poniente, con Querétaro (Figura 1).

El Estado de Hidalgo está integrado por 84 municipios, posee una extensión territorial de 20 mil 813 km<sup>2</sup>, lo que representa 1.06% del territorio nacional.

Figura 1. División política municipal del Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

La superficie del Estado de Hidalgo parte de la Sierra Madre Oriental y del Eje Neovolcánico.

En la parte nororiental se localiza el cerro Ojo de Agua con una elevación de 2,180 metros sobre el nivel mar (msnm) y el cerro Tepeco con 1,840 msnm. En la parte central

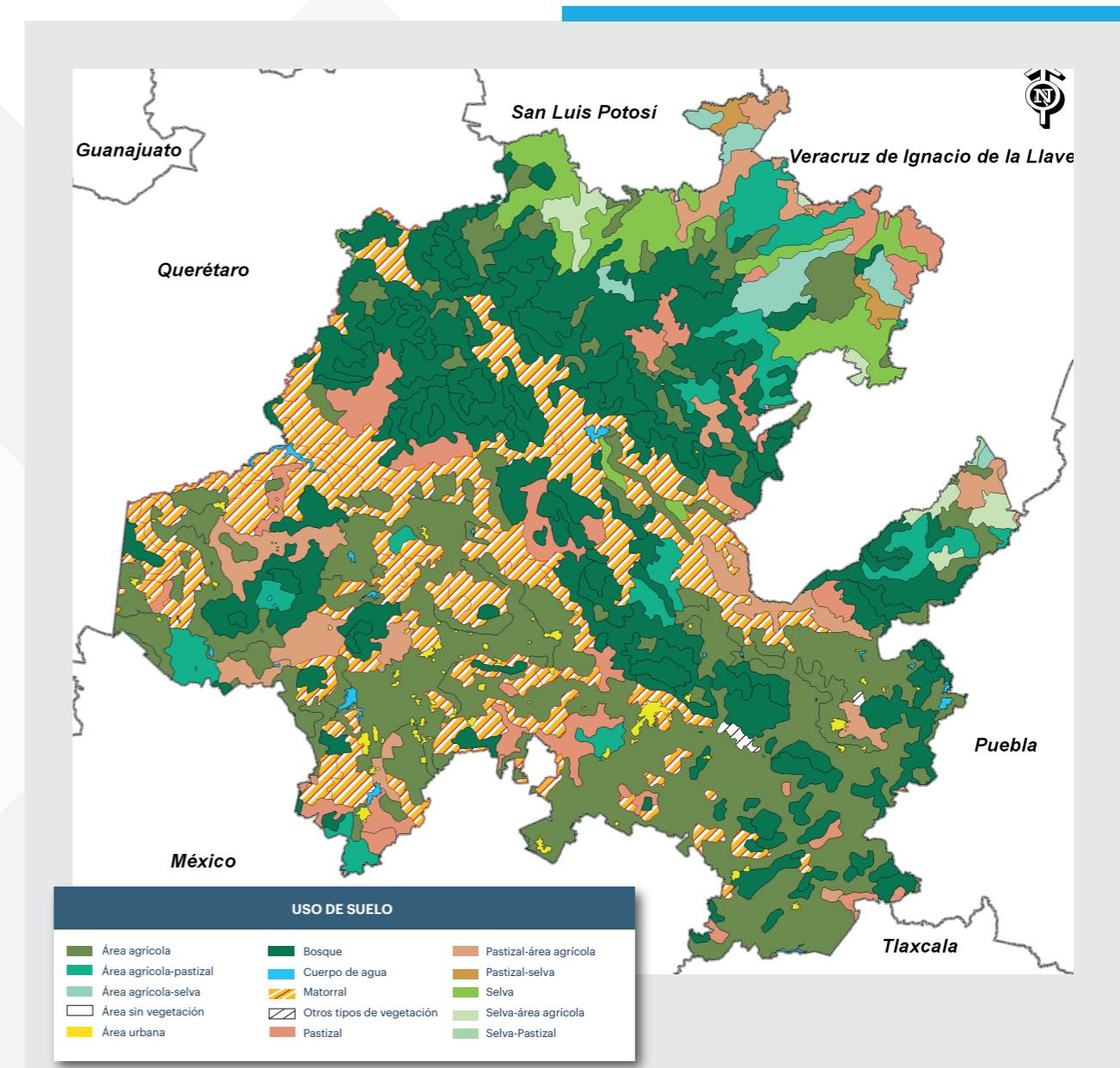
de la entidad, se localiza el cañón Metztitlán con 1,320 msnm. También existen amplias llanuras, en donde se encuentran asentadas las localidades de Mixquiahuala de Juárez, Actopan y Santa Ana Hueytlalpan.

Respecto al clima, el 39% del Estado de Hidalgo presenta clima seco y semiseco,

33% templado subhúmedo, 16% cálido húmedo, 6% cálido subhúmedo y el restante 6% templado húmedo, con una temperatura media anual es de 16°C.

En cuanto a las lluvias, éstas se presentan en el periodo de junio a septiembre, con una precipitación media anual de 800 mm.

Figura 2. Uso de suelo en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

En el Estado de Hidalgo predomina la superficie destinada a la agricultura (Figura 2), con el 45.4% del total, seguida por el

área boscosa con 27%, el matorral con el 11.2%, los pastizales 10.8% y la selva 5.5% (INEGI, 2017).

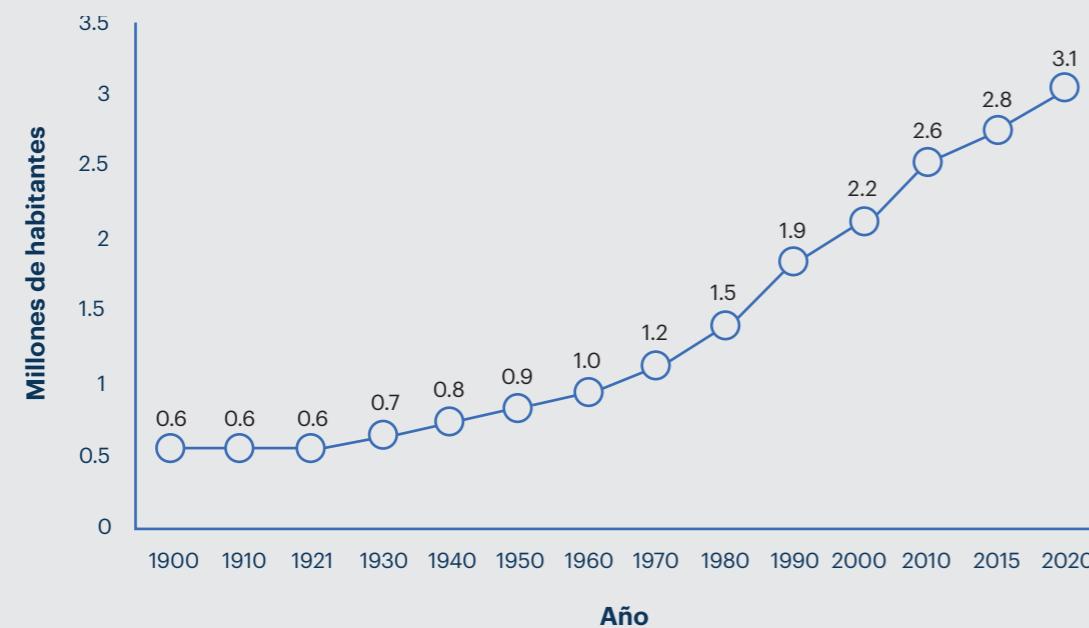
## 2.2. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

El número de habitantes en el Estado de Hidalgo va en aumento, como lo muestran los resultados de los censos y las encuestas de población realizados por el INEGI 1990 a 2020 (Figura 3). En el año 2020, el Estado de Hidalgo tenía 3,082,841 habitantes, por lo que ocupaba lugar 16 a nivel nacional.

Los municipios con mayor cantidad de población son los siguientes: Pachuca de Soto, 10.2%; Mineral de la Reforma, 6.6%; Tulancingo de Bravo, 5.5%; Tizayuca, 5.5%; Huejutla de Reyes, 4.1%; y Tula de Allende, 3.7% (INEGI, 2020).

de carne de ovino; 3) el sector de la industria manufacturera es considerado el más importante de la economía hidalguense por su aporte al PIB del estado, sobresaliendo los giros textil y de confección; 4) la agroindustria está presente con 3,518 establecimientos industriales; 5) la industria de la construcción se concentra en la explotación de minerales no metálicos, como piedra caliza, para la producción de cemento, así como la grava y arena.

Figura 3. Tendencia de crecimiento poblacional en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI para el Estado de Hidalgo.

La densidad poblacional de esta entidad para el año 2020 fue de 148 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que lo ubica en el 9º lugar a nivel nacional. La media de la densidad poblacional nacional fue de 64 habitantes por kilómetro cuadrado en 2020 (INEGI, 2020).

A nivel nacional, el Estado de Hidalgo contribuye con 1.5% del Producto Interno Bruto (PIB), ubicándose en el lugar 20

(INEGI, 2019). La actividad económica del Estado de Hidalgo se distribuye de la siguiente manera por sector: terciario, 62.6%; secundario, 33.3%; y, primario, 4.1%.

Algunas de sus características son las siguientes: 1) comercio y servicios, principal actividad económica; 2) la agricultura y ganadería, con la producción de maíz, cebada, alfalfa, frijol y avena forrajera. Hidalgo es el segundo productor nacional





### 3. FUNDAMENTO LEGAL

Las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera están legisladas a través de leyes, reglamentos y normas, instituidos por los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal). Dentro de este marco regulatorio se establecen las reglas y sanciones que deben obedecer las fuentes generadoras de contaminantes al aire, de acuerdo con el giro y su jurisdicción.

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se establece en el artículo 111 el compromiso de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de su jurisdicción, y el coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales que correspondan.

En el artículo 111 Bis se definen los sectores industriales de jurisdicción federal en materia de atmósfera, que integran el inventario de emisiones de fuentes fijas federales.

Finalmente el artículo 112, fracción IV menciona que los gobiernos de los Estados y de los Municipios integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación.

A través de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo, en su Capítulo II De la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, en los artículos 131, 132 y 135, se describen las obligaciones de la autoridad para regular a las fuentes emisoras y desarrollar el inventario de emisiones.



## 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INVENTARIO DE EMISIONES

**E**l Inventario de Emisiones Contaminantes del Estado de Hidalgo se realizó con información generada para el año 2018. Este inventario incluye las emisiones antropogénicas (generadas por las actividades del hombre) y las naturales (atribuidas a la naturaleza).

### 4.1. FUENTES DE EMISIÓN PARA LAS QUE SE ESTIMARON LAS EMISIONES

Figura 4. Fuentes y categorías de emisión.

Fijas	Federales		Estatales	
	Asbestos	Metalúrgica	Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica.	Industria de la madera
	Automotriz	Petróleo y petroquímica		Industria textil
	Celulosa y papel	Pinturas y tintas	Alimentos y bebidas	Manejo de desechos y remediación
	Cemento	Química	Derivados del petróleo y carbón	Metálico
	Cal		Extracción/Beneficio minerales no metálicos	Mezclas químicas
	Generación de energía eléctrica	Tratamiento de residuos peligrosos	Minerales no metálicos	Plástico y hule
				Papel y cartón
Móviles	Móviles carreteras		Móviles no carreteras	
	Motocicletas	Pick up	Aviación y servicios auxiliares	
	Auto particular	Veh<3.8 t		
	Taxi	Veh>3.8 t	Máquinas de construcción	
	Camioneta particular	Autobús	Terminales de autobuses	
	Combi	Tractocamión		
Área	Agropecuarias		Evaporativas	
	Aplicación de fertilizantes		Artes gráficas	
	Aplicación de plaguicidas		Asfaltado	
	Corrales de engorda		Esterilización de material hospitalario	
	Emisiones ganaderas		Lavado en seco	

	Labranza agrícola	Limpieza de superficies industriales
	Quemas agrícolas	Manejo y distribución de gas LP
	<b>Combustión</b>	Manejo y distribución de combustibles
	Asados al carbón	Panificación
	Combustión agrícola	Pintado automotriz
	Combustión comercial	Pintura para señalización vial
	Combustión doméstica	Recubrimiento de superficies arquitectónicas
	Combustión industrial	Recubrimiento de superficies industriales
	<b>Misceláneos</b>	Uso doméstico de solventes
	Actividades de la construcción	<b>Incendios</b>
	Aguas residuales	Incendios en construcciones
	Caminos pavimentados y no pavimentados	Incendios forestales
	Emisiones domésticas de amoniaco	<b>Naturales</b>
	Ladrilleras	Biogénicas
	Quemas de residuos a cielo abierto	Erosivas
	Rellenos sanitarios	

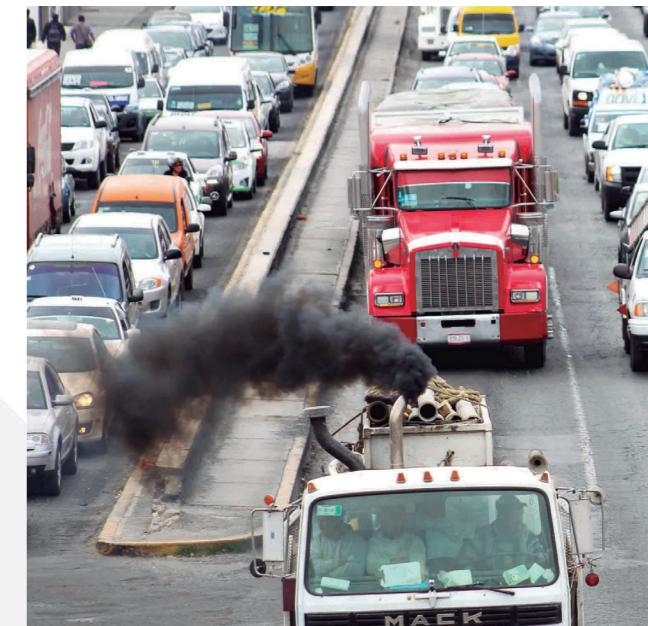
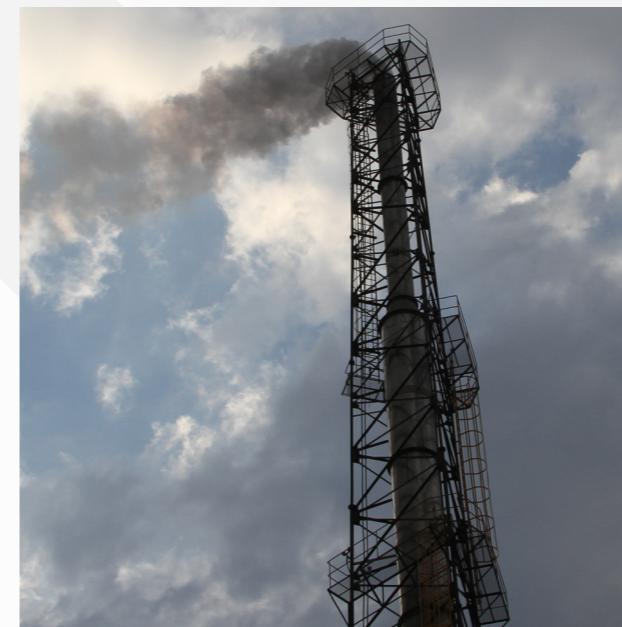
Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, 2018*.

## 4.2. CONTAMINANTES PARA LOS QUE SE ESTIMARON LAS EMISIÓNES

- Material particulado menor a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ).
- Material particulado menor a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ).
- Dióxido de azufre ( $SO_2$ ).
- Óxidos de nitrógeno (NOx).
- Monóxido de carbono (CO).
- Compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Amoniaco ( $NH_3$ ).
- Metano ( $CH_4$ ).
- Carbono negro (CN).
- Dióxido de azufre ( $SO_2$ ).
- Óxidos de nitrógeno (NOx).
- Monóxido de carbono (CO).
- Compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Amoniaco ( $NH_3$ ).
- Metano ( $CH_4$ ).
- Carbono negro (CN).
- Material particulado menor a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ).

## 4.3. RESOLUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

La distribución espacial de las emisiones del inventario se realizó para cada categoría de emisión, dependiendo la disponibilidad de información, haciendo uso de coordenadas geográficas, información geoestadística básica (AGEB) y polígonos de uso de suelo.



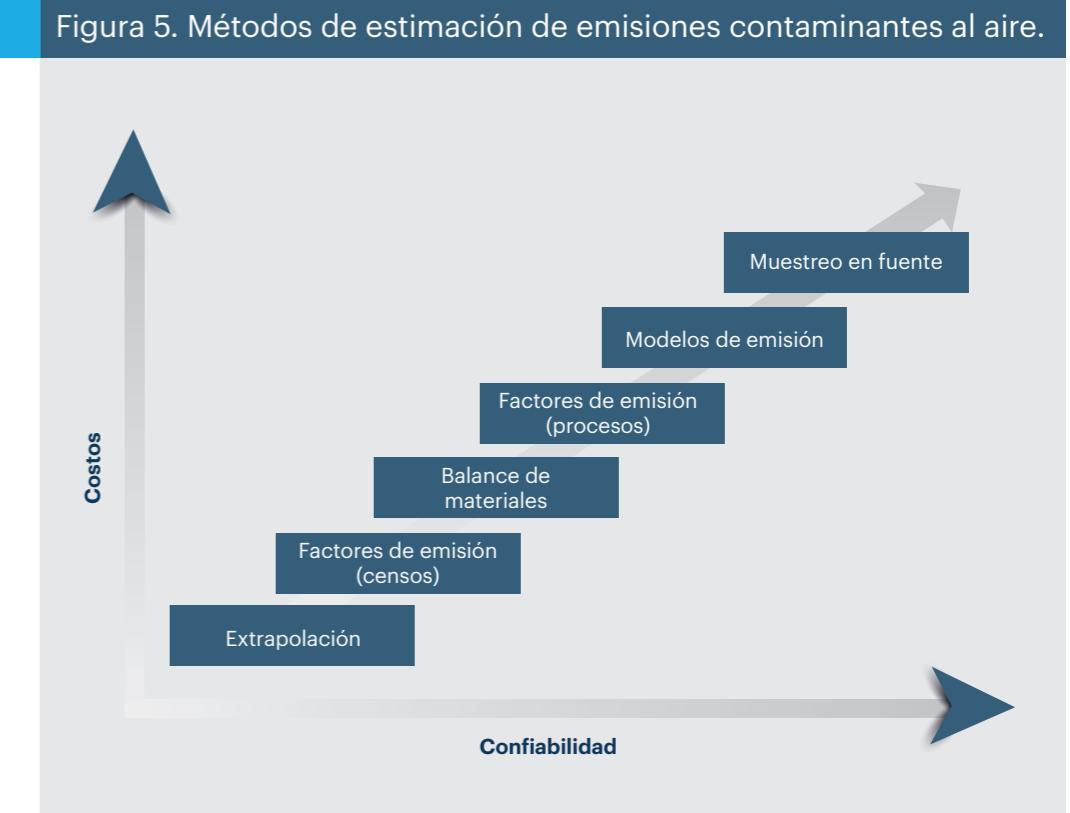


## 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INVENTARIO DE EMISIONES

La actualización del inventario de emisiones a la atmósfera del Estado de Hidalgo, año base 2018, se basó en la metodología de los manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México (Radian, INE-SEMARNAT, USEPA, & Western, 1997), la Guía de Elaboración y Uso de Inventarios de Emisiones (INE, SEMARNAT & Western, G. A. 2005), el Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones de Fuentes de Área (INE & SEMARNAT, 2008); y los procedimientos utilizados por la SEMARNAT para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones para México.

También se consideraron métodos e información actualizada por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA) para la recopilación de información y la estimación de emisiones.

Figura 5. Métodos de estimación de emisiones contaminantes al aire.



En la Figura 5 y el Cuadro 1 se describen los diferentes métodos utilizados para la estimación de las emisiones contaminantes

a la atmósfera para la actualización del inventario de emisiones a la atmósfera del Estado de Hidalgo, 2018.

Cuadro 1. Métodos de estimación de emisiones contaminantes al aire.

Método	Descripción
Muestreo en fuente	Medición directa de la concentración de contaminantes en un volumen conocido de gas y de la tasa de flujo del gas en la chimenea o escape (a la salida de los contaminantes), así como en los procesos.
Modelos de emisión	Modelos matemáticos desarrollados con base a ecuaciones que relacionan varios parámetros del proceso que generan las emisiones de contaminantes.
Factores de emisión	Relación entre la cantidad de un contaminante emitido y una sola unidad de actividad. La actividad puede consistir en datos basados en procesos (ej. producción, horas de operación, combustible consumido, otros) o en datos basados en censos (ej. población, número de empleados, estadísticas de combustibles, áreas cubiertas de vegetación, entre otros).
Balance de materiales	Emisiones de contaminantes relacionadas con la diferencia entre la cantidad de materiales que entran y salen de un proceso.
Extrapolación	Escalamiento de las emisiones de una fuente dada a otra con base en un parámetro de escalamiento conocido para ambas fuentes (ej. cantidad de producción, área del terreno, número de empleados).

Los métodos pueden ser aplicados para las diferentes categorías de emisión, de acuerdo con sus características y la información disponible. Para el caso del inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2018, se utilizaron los métodos del Cuadro 1 y en algunos casos la combinación de éstos.

## 5.1. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Se aplicaron los lineamientos de la norma ISO 9000:2000 con base en el ciclo de mejora continua PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) para el aseguramiento y control de calidad del desarrollo del

inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2018.

Los pasos aplicados para verificar y validar la información del inventario de emisiones son los siguientes:

### A. Control de calidad.

Verificar que los datos de entrada estén debidamente requisitados para su posterior uso.

### B. Aseguramiento.

Analizar y garantizar la consistencia y congruencia de los datos con fines de reproducir las estimaciones.

### C. Verificación.

Confirmar mediante el aporte de evidencia objetiva (datos que respaldan la existencia o veracidad) de que las cantidades de contaminantes reportados son reproducibles con los datos que se presentan en los mismos (UNE-EN, Sistemas de Gestión de Calidad, fundamentos y vocabulario (ISO: 9000:2000), 2000), (UNE-EN, 2000).

### D. Validación.

Confirmar que el dato de emisión obtenido en la etapa anterior es coherente con los datos de actividad y tipo de fuente, así como datos provenientes de otras instituciones oficiales.

## 5.2. MÉTODOS

### 5.2.1. Fuentes fijas

Las fuentes fijas se definen como “cualquier instalación emplazada en un solo sitio con el propósito de ejecutar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera”; y éstas pueden ser de jurisdicción federal, estatal o municipal (INE, SEMARNAT, & Western, 2005).

La Cédula de Operación Anual (COA) es el instrumento de reporte de información de la actividad industrial. La COA se entrega anualmente por los industriales a la autoridad competente, ya sea federal, estatal o municipal.

En la COA se reportan los resultados de medición de emisiones realizadas directamente en chimenea, consumo por tipo de combustible, parámetros de los gases de salida, características de los equipos de combustión, cantidad y tipo de materia prima utilizada, y cantidad de producto generado, entre otra información.

### Clasificación de las fuentes de emisión

Para la clasificación de las fuentes fijas se definieron las categorías a inventariar en función del artículo 111 bis de la LGEEPA y el sistema de clasificación industrial para América del Norte (SCIAN).

### Método de estimación

Para estimar fuentes fijas en el inventario del Estado de Hidalgo, se usó principalmente el método de factores de emisión en combinación con el método de muestreo en fuente y el balance de materiales y energía.

Cuando en la COA se tiene información reportada de mediciones en chimenea, se realiza la verificación de la información, y si ésta fue congruente, se utiliza el valor como emisión; caso contrario, se calcula a través de factores de emisión.

Los factores de emisión utilizados son los del AP-42 (compilación de factores de emisión de contaminantes atmosféricos de la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos), que están en función del tipo de combustible y características del equipo de combustión.

La ecuación general para la estimación de emisiones provenientes de fuentes puntuales, mediante el uso de factores de emisión es la siguiente:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \text{ Eq. 1}$$

Donde:

E = Emisiones, (ton/año).

A = Actividad tasa, (kg/h o ton/h).

EF = Factor de la emisión, (kg de contaminante/tasa de actividad) y,

ER = Eficiencia de la reducción de la emisión global (%).

Para este inventario, la estimación de emisiones para fuentes fijas se realizó para equipos de combustión y de proceso. Para estos últimos, se utilizó la metodología de balance de materiales y factores de emisión. Asimismo, se llevó a cabo una reconciliación de emisiones con las fuentes de área para verificar que no se duplique el reporte de emisiones.

Para el caso de fuentes fijas, sólo se han considerado las de jurisdicción federal y estatal, las municipales se estiman en la categoría de combustión comercial dentro de las fuentes de área.

## Datos de actividad

El padrón de fuentes fijas del inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2018, consta de 254 industrias, 90 de jurisdicción federal y 164 de jurisdicción estatal. Los datos de actividad utilizados para estimar las emisiones tanto de combustión como de proceso, fueron obtenidos de las COA con año de actividad 2018 para las industrias estatales y federales. El inventario de emisiones de fuentes fijas está constituido por 254 industrias agrupadas en 23 sectores industriales, tal como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de industrias por sector.

	Sector		Cantidad
	Federales	Estatales	
Asbesto			2
Automotriz			5
Celulosa y papel			3
Cemento			6
Cal			4
Generación de energía eléctrica			4
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)			24
Petróleo y petroquímica			7
Pinturas y tintas			3
Química			26
Tratamiento de residuos peligrosos			6
<b>Total</b>			<b>90</b>
	Sector		Cantidad
	Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica		1
	Alimentos y bebidas		45
	Derivados del petróleo y carbón		6
	Extracción/beneficio minerales no metálicos		30
	Industria de la madera		3
	Industria textil		32
	Manejo de desechos y remediación		1
	Metálico		14
	Mezclas químicas		6
	Minerales no metálicos		17
	Papel y cartón		3
	Plástico y hule		6
	<b>Total</b>		<b>164</b>

Fuente: Elaboración propia con información de las COA federal y estatal.

La industria se encuentra ubicada principalmente en los municipios de Tepeji del Río de Ocampo, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tula de Allende, así como en el municipio de Tizayuca. También se cuenta con industria en los municipios de Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma.

En el Cuadro 3 se presentan los tipos de combustibles utilizados por la industria en al año 2018 y que fueron considerados en este inventario. De este Cuadro 3, destacan la gran cantidad de combustóleo

utilizado por el sector industrial con un aporte energético del 56.2%, seguido del gas natural con 26.0%, el coque de carbón 8.3% y el coque de petróleo 7.5%, el resto de combustibles suman el 2%.

Tanto el combustóleo y el coque de petróleo, son combustibles pesados, los cuales originan grandes cantidades de material particulado y dióxido de azufre, debido a su composición química.

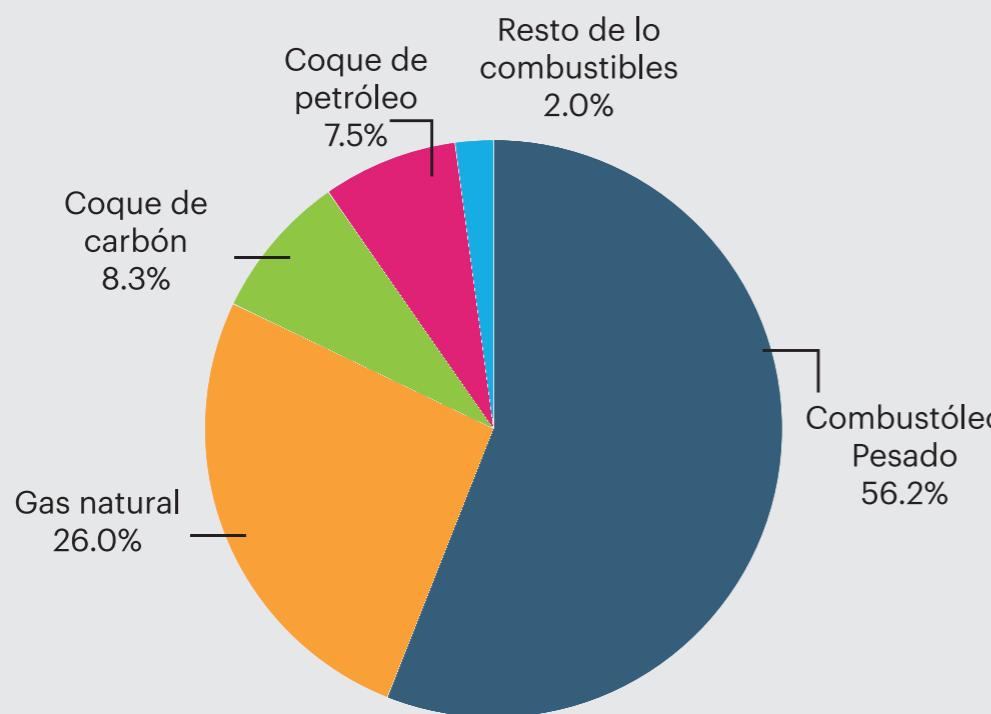
Cuadro 3. Tipos de combustibles utilizados en las industrias en el Estado de Hidalgo.

Tipo de combustible	Cantidad de combustible	Tera Joule
Gas L.P.	15,399 m <sup>3</sup>	0.4
Gas natural	1,514,163,499 m <sup>3</sup>	34,078.4
Diésel normal	12,521 m <sup>3</sup>	485.2
Combustóleo ligero	1,907 m <sup>3</sup>	75.2
Combustóleo pesado	1,868,048 m <sup>3</sup>	73,725.5
Combustible alterno	4,270 m <sup>3</sup>	168.5
Combustible formulado	2,294 m <sup>3</sup>	90.5
Carbón subituminoso	139,529 m <sup>3</sup>	1,865.5
Coque de carbón	377,609 m <sup>3</sup>	10,950.7
Coque de petróleo	327,844 m <sup>3</sup>	9,835.3

Fuente: Elaboración propia con información de las COA federal y estatal.

La Figura 6 representa el aporte energético entre los combustibles presentes en la industria que opera en el Estado de Hidalgo.

Figura 6. Consumo energético por tipo de combustible en fuentes fijas, año 2018.



Fuente: Elaboración propia con información de las COA federal y estatal.

### 5.2.2. Fuentes de área

Las fuentes de área representan a todas aquellas fuentes de emisión que son pequeñas, numerosas y dispersas, lo cual dificulta que puedan ser incluidas como fuentes puntuales en un inventario de emisiones.

Las fuentes de área son emisoras significativas de contaminantes al aire, éstas se agrupan en: agropecuarias (aplicación de fertilizantes, de plaguicidas, corrales de engorda, emisiones ganaderas, quemas agrícolas y labranza); combustión (asados al carbón, combustión agrícola, comercial, doméstica e industrial); incendios (incendios en construcciones y forestales); evaporativas (artes gráficas, asfaltado, esterilización de material hospitalario, lavado en seco, limpieza de superficies industriales, manejo y distribución de gas

L.P., manejo y distribución de combustibles, panificación, pintado automotriz, pintura para señalización vial, recubrimiento de superficies arquitectónicas y de superficies industriales y uso doméstico de solventes); y misceláneas (actividades de construcción, aguas residuales, caminos pavimentados y no pavimentados, emisiones domésticas de amoníaco, ladrilleras, quemas de residuos a cielo abierto y rellenos sanitarios).

#### Método de estimación

Existen diversas metodologías para cuantificar las emisiones provenientes de fuentes de área, las más importantes son: el uso de factores de emisión, modelos mecanísticos y el balance de materiales. El Cuadro 4 resume el método utilizado en fuentes de área.

Cuadro 4. Método para la estimación de emisiones.

Categorías	Subcategorías	Metodología
Agropecuarias	1. Aplicación de plaguicidas	EIPMM, vol. V 9 12-14, EIIP Tabla 9 9.4-3
	2. Aplicación de fertilizantes	EIPMM, vol. V 9 2-8
	3. Corrales de engorda	EIPMM, vol. V 9.5 16
	4. Emisiones ganaderas	EIPMM, vol. V 9.5 15-18
	5. Quemas agrícolas	EIPMM, vol. V 9.3 9-11
	6. Labranza	EIPMM, vol. V 9.6 19-22
Combustión	7. Asados al carbón	EIPMM, vol. V 8 16-17
	8. Combustión agrícola	EIPMM, vol. V 4 9-14, EIPMM, vol. V 4 2-8
	9. Combustión comercial	EIPMM, vol. V 4 9-14, EIPMM, vol. V 4 2-8
	10. Combustión doméstica	EIPMM, vol. V 4 9-14, EIPMM, vol. V 4 2-8
	11. Combustión industrial	EIPMM, vol. V 4 9-14, EIPMM, vol. V 4 2-8
Evaporativas	12. Artes gráficas	EIPMM, vol. V 6 25-27
	13. Asfaltado	EIPMM, vol. V 6 28-31
	14. Esterilización de material hospitalario	Inventario de emisiones ZMVM 1998
	15. Lavado en seco	EIPMM, vol. V 6 20-24
	16. Limpieza de superficies industriales	EIPMM, vol. V 6 20-24
	17. Manejo y distribución de Gas L.P.	EIPMM, vol. V 7 20-22
	18. Manejo y distribución de combustibles	EIPMM, vol. V 7 20-22
	19. Pintado automotriz	EIIP, vol. V 6 7
	20. Pintura para señalización vial	EIPMM, vol. V 6 12-13
	21. Recubrimiento de superficies arquitectónicas	EIIP, tabla 5-2 1995
	22. Recubrimiento de superficies industriales	EIPMM, vol. V 6 4-7
	23. Uso doméstico de solventes	EIPMM, vol. V 32-34, EIIP 1996
	24. Panificación	EIIP, 1996 EPA factor de emisión

Fuente: Elaboración propia con información de Radian International, 1997: EIPMM \_ Emissions inventory program manuals for Mexico.

## Datos de actividad

SEMARNATH recopiló información de datos de actividad de algunas de las subcategorías de fuentes de área, a través de encuestas y entrevistas realizadas a las autoridades ambientales de cada uno de los municipios del Estado de Hidalgo.

Como resultado de las entrevistas y encuestas, se obtuvo información de comercios y servicios relacionada con la cantidad de unidades comerciales, así como información de las actividades relacionadas con el consumo y tipo de combustible.

Lo anterior, permitió obtener resultados precisos y confiables a nivel municipal, así como reducir la incertidumbre en la estimación de emisiones.

El Cuadro 5 muestra la información que se obtuvo para estimar cada una de las categorías de área, además, resume la información que fue obtenida a través de la gestión de información con diversas dependencias, indicando si la información provino de entrevistas con autoridades municipales (donde ellos contaban con información o la generaron a través de encuestas), o de revisión bibliográfica.

Cuadro 5. Información obtenida para la estimación de fuentes de área.

Sector	Categoría de emisión	Información para estimar emisiones
Agropecuarias	Aplicación de fertilizantes	Se recopiló información del SIAP acerca de la superficie sembrada por entidad federativa y cultivo, según uso de fertilizante químico. Ciclo agrícola 2018.
	Aplicación de plaguicidas	Se recopiló información del SIAP acerca de la superficie sembrada por entidad federativa y cultivo, según uso de fertilizante químico. Ciclo agrícola 2018.
	Emisiones ganaderas	SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018. INEGI, censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2007.
	Corrales de engorda	SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018. INEGI, censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2007.
	Quemas agrícolas	Se recopiló información del SIAP acerca de la superficie sembrada por entidad federativa y cultivo, según uso de fertilizante químico. Ciclo agrícola 2018.
	Labranza	Se obtuvo información del SIAP de siembra y cosecha agrícola por tipo de cultivo para la estimación de emisiones.
Combustión	Asados al carbón	SEMARNATH, información recopilada de los municipios.
	Combustión agrícola	La información base para obtener el consumo de combustible para estos sectores fue SENER, 2018, a partir de datos del Balance Nacional de Energía, consumo energético por sector. Para realizar la distribución del consumo a nivel municipal, se utilizó información de las unidades de producción agrícola y forestal, comerciales y número de viviendas.
	Combustión comercial	
	Combustión doméstica	
	Combustión industrial	
	Artes gráficas	INEGI-DENUE, 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. 32,311 Impresión. SEMARNATH, información recopilada de municipios.

Cuadro 5. Información obtenida para la estimación de fuentes de área.

Evaporativas	Esterilización de material hospitalario	Cubos dinámicos SINERHIAS 2018. Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo (SSH). SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Lavado en seco	INEGI-DENUE, 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. 8,122 Lavanderías y tintorerías. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Limpieza de superficies industriales	INEGI, Censo Económico 2018. Calculadora Censal. Personal ocupado en el sector manufactura (31-33) por municipio y entidad.
	Manejo y distribución de Gas L.P.	Información de consumo de combustible obtenido del Balance Nacional de Energía 2018.
	Manejo y distribución de combustibles	Consumo de combustible en Hidalgo, proporcionado por PEMEX a nivel municipal.
	Pintado automotriz	INEGI-DENUE, 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. 8,122 Hojalatería, tapicería y otras reparaciones a la carrocería de automóviles y camiones. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
Incendios	Pintado para señalización vial	INEGI 2019. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2018. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	Consumo de combustible en Hidalgo, proporcionado por PEMEX a nivel municipal.
	Recubrimiento de superficies industriales	INEGI-DENUE, 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. 31-33 Industrias manufactureras: 331 Industrias metálicas básicas; 335 Fabricación de accesorios y aparatos eléctricos; 336 Fabricación de equipo de transporte; 337 Fabricación de muebles, colchones y persianas; y, 339 Otras industrias manufactureras.
	Uso doméstico de solventes	Se recopiló información del número de habitantes por municipio, obtenido de CONAPO para el año 2018.
	Panificación	Información de cantidad de establecimientos que elaboran pan y otros productos consultada en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Incendios en construcciones	INEGI, 2019. Anuario Estadístico por Entidad. Incendios registrados, muertos, heridos y valor de los daños materiales por principales lugares donde ocurrió el incendio 2018. Incendios en Casa habitación. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
Misceláneos	Incendios forestales	SEMARNATH, información del 2018.
	Actividades de la construcción	INEGI, 2010-2014. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Licencias de construcción expedidas por municipio. Proyección a 2018 realizada por Semarnat. SEMARNATH, información recopilada por municipios.
	Aguas residuales	Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo.
	Caminos pavimentados y no pavimentados	La distancia recorrida por tipo de vehículo y municipio se obtuvo del inventario de emisiones de fuentes móviles carreteras para Hidalgo, 2018, y el tipo y longitud de vialidades a partir de información de INEGI, 2018. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2018.

Cuadro 5. Información obtenida para la estimación de fuentes de área.

	Emisiones domésticas de amoniaco	INEGI. Anuario estadístico, 2017. CONAPO, 2010. Ocupantes en viviendas sin drenaje ni sanitario. Encuesta Nacional de Consumo de drogas, alcohol y tabaco, 2017-2018. CONAPO, Indicadores geográficos, 2010-2050.
Misceláneos	Ladrilleras	SEMARNATH, 2018. Cédula de Operación Anual Estatal año 2018.
	Aplicación de asfalto	INEGI, 2018. Anuario Estadístico. 22 Transportes y comunicaciones, cuadro 22.1 Longitud de la red carretera por municipio según tipo de camino. SEMARNATH, información recopilada de municipio.
Misceláneos	Rellenos sanitarios	SEMARNATH, 2018. Rellenos sanitarios municipales y regionales: vida útil, tamaño y ubicación geográfica de los de los rellenos sanitarios. Generación per cápita de residuos por municipio en el Estado de Hidalgo y composición de los residuos. INEGI, 2019. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019. Base de datos de recolección de residuos sólidos urbanos (nombre, características y ubicación geográfica de rellenos sanitarios).

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

### 5.2.3. Fuentes móviles carreteras

Los vehículos automotores que circulan por vías públicas son las denominadas fuentes móviles carreteras. La estimación de emisiones a la atmósfera provenientes de los vehículos automotores considera tres elementos:

#### Actividad vehicular.

Es la distancia recorrida por los vehículos (generalmente representada en kilómetros) y la forma en la cual ésta fue recorrida.

#### Factor de emisión.

Es la tasa promedio de contaminantes emitidos durante el curso del viaje (expresada en gramos por kilómetro). El factor de emisión depende de diversas variables: tipo de vehículo, año modelo, velocidad, temperatura, humedad, tipo de combustibles, entre otros.

#### Flota vehicular.

Son el número de vehículos que circulan en el área de estudio con sus características tecnológicas. En su conjunto estos elementos reflejan un patrón complejo que se da bajo circunstancias particulares del uso del automóvil.

#### Método de estimación

En la estimación de las emisiones generadas por fuentes móviles se hace uso del modelo MOVES-Méjico. MOVES es el Simulador de Emisiones de Vehículos de Motor de la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés). El acrónimo MOVES proviene del inglés Motor Vehicle Emissions Simulator (USEPA, 2014).

Los cálculos de emisiones se realizan dentro del modelo MOVES. Para ello,

es necesario ingresar una serie de archivos de MySQL que definen las características de la flota vehicular en circulación, así como su actividad, tipo de combustible y las condiciones climatológicas. MOVES-Méjico procesa la información insumo proporcionada y da como resultado una serie de tablas con las emisiones en unidades de masa, por contaminante y tipo de vehículo.

Internamente MOVES maneja una serie de algoritmos donde pondera una gran cantidad de factores de emisión, dadas las condiciones ingresadas, para finalmente presentar las emisiones totales.

Para la estimación de emisiones totales, MOVES-Méjico utiliza la siguiente formulación general:

$$E_{(total,i)} = \sum_j n_j E_i \quad \text{Eq. 2}$$

Donde:

$E$ = Emisiones de cada contaminante.

$i$ = Tipo de vehículo.

$j$ = Cada uno de los tipos de vehículos definidos.

El cálculo de emisiones parciales lo realiza MOVES-Méjico utilizando información de la cantidad de vehículos registrados y su actividad vehicular, de acuerdo a la siguiente formulación:

$$E_{ijk} = \sum_j FV_{ij} * DA_{il} * FE_{ijkl} \quad \text{Eq. 3}$$

Donde:

$E_{ijk}$ = Emisión del tipo de vehículo  $i$ , año modelo  $j$ , del contaminante  $k$

$FV_{ij}$ = Flota vehicular del tipo de vehículo  $i$ , año modelo  $j$ .

$DA_{il}$ = Dato de actividad de kilómetros recorridos por tipo de vehículo  $i$ , a las velocidades  $l$ .

$FE_{ijkl}$ = Factor de emisión definido dentro de MOVES-Méjico para cada tipo de vehículo  $i$ , año modelo  $j$ , contaminante  $k$ , velocidad  $l$ .

Las emisiones totales se obtienen sumando las emisiones parciales de cada contaminante para cada tipo de vehículo.

Los tipos de vehículos definidos para el presente estudio son las siguientes:

- Motocicletas.
- Automóviles particulares.
- Taxis.
- Camionetas particulares.
- Camionetas de transporte público.
- Pickup.
- Autobús.
- Vehículos de carga  $\leq 3.8$  toneladas.
- Vehículos de carga  $> 3.8$  toneladas.
- Tractocamiones.

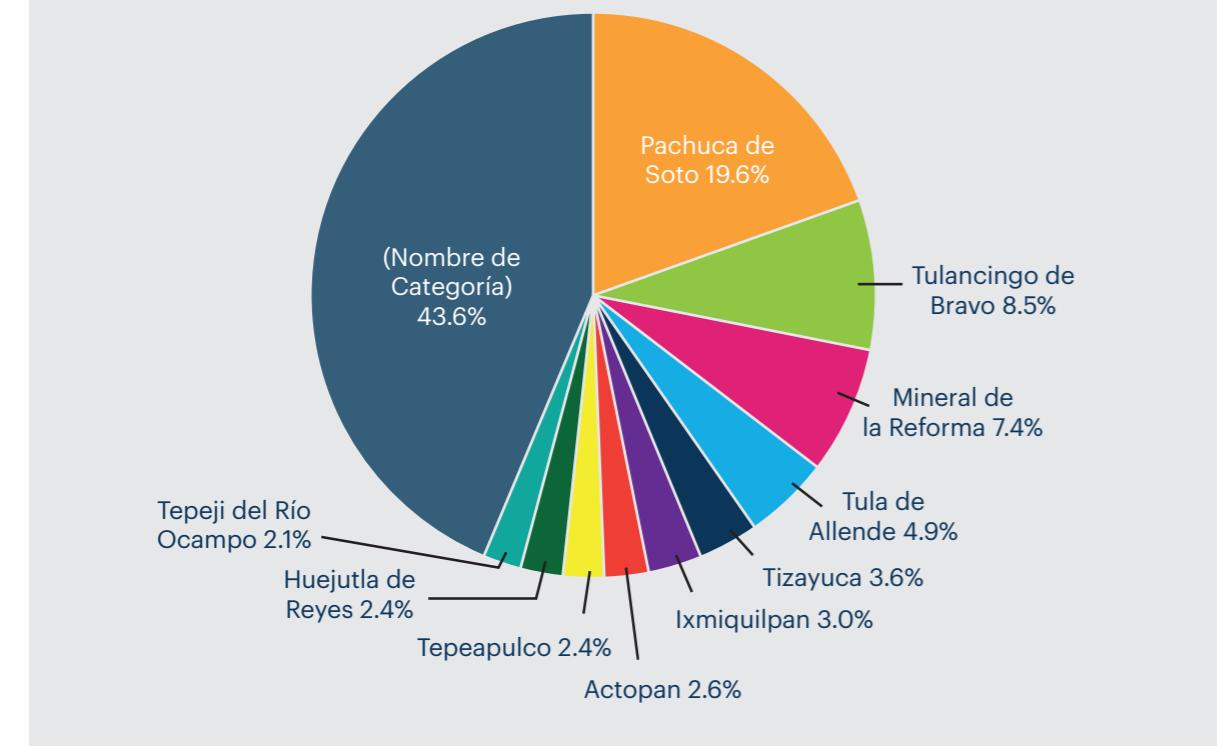
#### Datos de actividad

Se realiza la estimación a través del modelo MOVES, preparando los archivos referentes a los siguientes parámetros:

#### a) Flota vehicular.

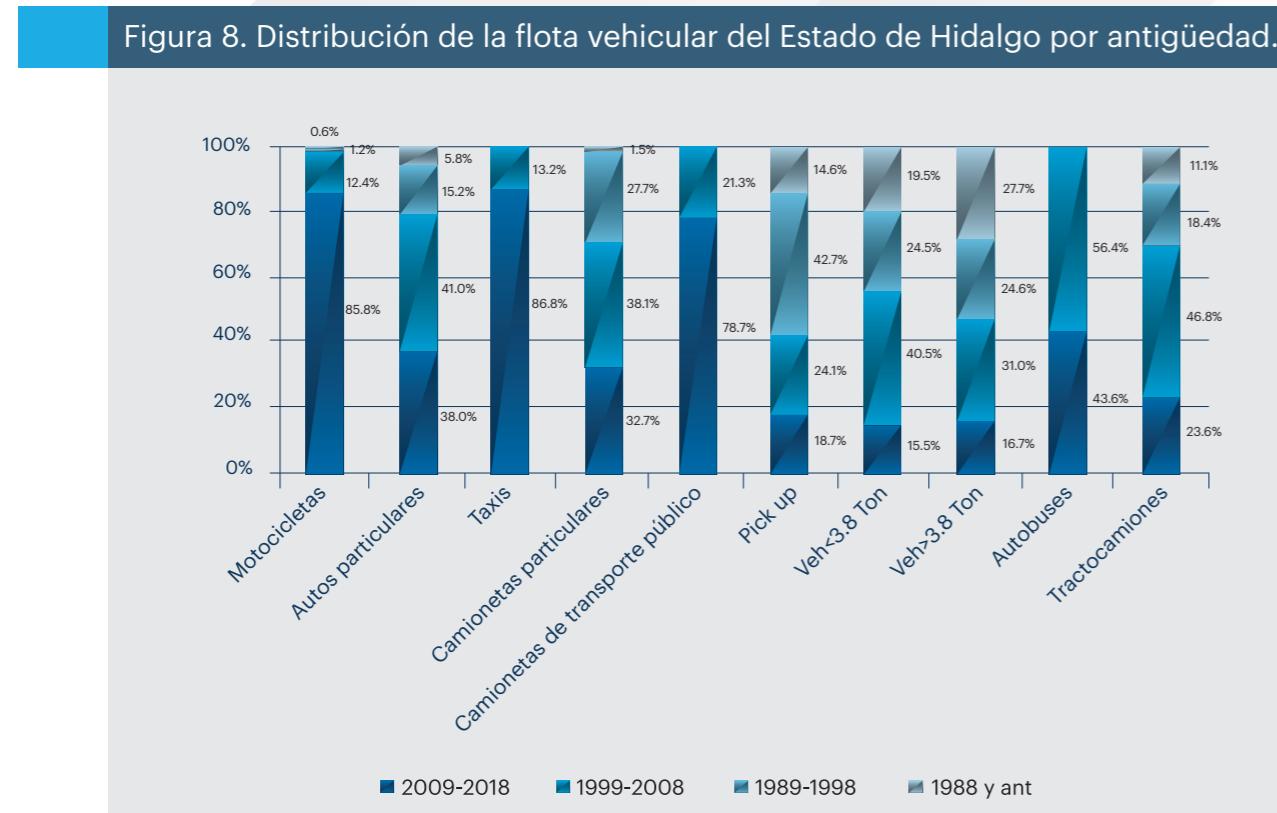
A partir del padrón vehicular de registro 2018 de la Secretaría de Finanzas del Estado de Hidalgo, se analiza la información del padrón para adecuarlo a las categorías vehiculares utilizadas en el modelo MOVES y las reportadas en el Inventario Nacional de Emisiones de México desarrollado por la SEMARNAT, así como el tipo de flota en circulación en la entidad. El padrón vehicular reportado para el año 2018 fue de 659,377 unidades, y a partir de esta información se caracterizó la flota vehicular para generar el archivo de la fracción de vehículos por tipo de vialidad (ver Figuras 7 y 8).

Figura 7. Distribución de la flota vehicular por municipio del Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Figura 8. Distribución de la flota vehicular del Estado de Hidalgo por antigüedad.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

## b) Actividad vehicular.

Definida por los siguientes parámetros:

### ✓ Kilómetros recorridos por tipo de vehículo.

Se generaron los archivos de entrada al modelo MOVES-Méjico que contienen la distancia (kilómetros) recorrida por categoría vehicular y el porcentaje de distancia que los vehículos circulan en las diferentes vialidades.

### ✓ Velocidad de circulación.

A partir de estudios de movilidad y transporte recopilados por INECC y SEMARNAT, la información se analizó estadísticamente para establecer perfiles de velocidades de circulación por tipo de vialidad e ingresarla al MOVES-Méjico.

### ✓ Flujos vehiculares

Distribución horaria de circulación vehicular. Esta información se utiliza conjuntamente con el archivo de distancia recorrida para ingresarla al modelo de emisiones vehiculares MOVES-Méjico.

## c) Características del combustible.

Se analizan las características del combustible suministrado por Petróleos Mexicanos (PEMEX) en la zona de estudio, para generar la base de datos con la información requerida por MOVES-Méjico.

Con la información de la cantidad por tipo de combustible vendida en la zona de estudio, se realiza el balance de materia y energía para verificar y validar los resultados del inventario de emisiones de fuentes móviles.

## d) Meteorología.

Se integran las bases de datos con la información meteorológica relacionada con la temperatura ambiente, humedad relativa y presión atmosférica requerida por MOVES-Méjico para la zona de estudio.

## 5.2.4. Fuentes móviles no carreteras

Son las fuentes móviles que no circulan por algún tipo de camino y/o vialidad, tales como: locomotoras, aeronaves, equipo agrícola y para la construcción, incluso los vehículos que están dentro de una terminal de autobuses.

### Método de estimación

Los métodos utilizados para estimar emisiones de fuentes móviles no carreteras van desde el uso de factores de emisión hasta modelos mecanísticos. Los métodos utilizados para esta fuente se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Metodologías utilizadas para la estimación de emisiones en las fuentes móviles no carreteras.

Categorías	Método
1. Maquinaria de la construcción	EIPMM, vol. V 5 6 70-73
2. Terminal de autobuses	EIPMM, vol. V 5 6 70-73
3. Aviación y servicios auxiliares	Modelo EDMS (Emissions & Dispersion Modeling System). Versión 5.1.1.

## Datos de actividad

En el Cuadro 7 se presenta la información que se obtuvo para estimar las emisiones de las categorías de fuentes móviles no carreteras.

Cuadro 7. Información obtenida para la estimación de las fuentes móviles no carreteras.

Categoría de emisión	Información para estimar emisiones
1. Maquinaria de la construcción	CONACYT, 2018. Caracterización de la actividad anual y las emisiones de fuentes móviles fuera de carretera utilizada en el agro y en la construcción en México. Ajuste realizado a partir de datos de las licencias de construcción expedidas por municipio (INEGI, 2010-2014).
2. Terminal de autobuses	SCT, Centro SCT Hidalgo, dirección General, Subdirección de Transporte. Oficio Circular No.-6.13.304.289/2018.
3. Aviación y servicios auxiliares	Dirección General AEDG/80/2018. Pachuca, Hidalgo. Aeropuerto "Ing. Juan Guillermo Villasana".

Para el caso de la estimación de emisiones por la actividad de locomotoras, se solicitó información de esta actividad a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), la cual informó a la SEMARNATH que los patios para locomotoras registrados en Hidalgo están fuera de operación, razón por la cual, no se consideran en el inventario de emisiones 2018.

La actividad de la maquinaria agrícola (consumo de combustible) se incluye en el rubro de combustión agrícola, ya que en ese apartado se considera el consumo de combustible utilizado en actividades agrícolas que es reportado por la SENER en el balance nacional de energía.

## Fuentes naturales

Las emisiones provenientes de fuentes naturales están constituidas por las categorías biogénicas y erosivas. Las biogénicas (pastos, cultivos, arbustos, bosques, etcétera), emiten al aire una cantidad significativa de hidrocarburos (monoterpeno, isopreno y otros compuestos orgánicos volátiles, COV) por el proceso de fotosíntesis.

También se generan óxidos de nitrógeno (NOx) debido a la desnitrificación del suelo.

Las erosivas, específicamente partículas, se generan por la acción del viento sobre superficies desprovistas de cubierta vegetal o áreas modificadas por el hombre para actividades económicas como la agricultura.

## Método de estimación

### a) Emisiones biogénicas

El modelo de cálculo global biosphere emissions and interactions system (GloBEIS por sus siglas en inglés) es el modelo que se utiliza para estimar las emisiones biogénicas. GloBEIS requiere de insumo la siguiente información:

1. Meteorología con variables horarias: temperatura y nubosidad, o radiación fotosintética activa PAR (Photosynthetically Active Radiation, por sus siglas en inglés).

2. Uso de suelo.

3. Definición y ubicación geográfica del dominio o zona de estudio.

Los factores de emisión se encuentran definidos en el interior del modelo. Las ecuaciones básicas del modelo son:

### a) Ecuaciones para áreas forestadas

$$ER = \sum_{i=1}^n [A_i \cdot ER_i] \quad Eq. 4$$

Donde:

ER<sub>i</sub> = Tasa de emisión de cada especie química (i), ( g) (h-1)

A<sub>i</sub> = Área de cada tipo de vegetación (j), m<sup>2</sup>

FF<sub>j</sub> = Factor de densidad foliar de cada tipo de vegetación (j), (g biomasa de hoja) (m-2)

EF<sub>ij</sub> = Factor de emisión para cada especie química (i) y tipo de vegetación (j), ( g) (g biomasa de hoja-1) (h-1)

F(S, T) = Factor ambiental para la radiación solar (S) y temperatura de la hoja (T), sin unidades.

### b) Ecuaciones para áreas no forestadas

$$ER = \sum_{i=1}^n [A_i \cdot ER_i] \quad Eq. 5$$

Donde:

ER<sub>i</sub> = Tasa de emisión de cada especie química (i), ( g) (h-1)

A<sub>i</sub> = Área de cada tipo de vegetación (j), m<sup>2</sup>

EF<sub>ij</sub> = Factor de emisión de flujo para cada especie química (i), y cada tipo de uso de suelo (j), ( g) (m-2) (h-1)

F<sub>ij</sub> (S, T) = Factor ambiental para la radiación solar (S) y temperatura de la hoja (T), sin unidades.

### c) Ecuación para la estimación de emisiones de NOx.

$$FNO = A * \exp(0.071 Ts) \quad Eq. 5$$

Donde:

FNO = Flujo de NO, (ng nitrógeno) (m-2) (s-1)

Ts = Temperatura del suelo, grados Celsius.

A = Constante derivada experimentalmente para los diferentes tipos de uso de suelo.

### Emisiones erosivas

El método de estimación de emisiones para esta categoría, se basa en la ecuación de erosión del suelo desarrollada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) (Radian, INE-SEMARNAT, USEPA, & Western, 1997):

$$Es = (FS) I C K L' V' \quad \text{Eq. 6}$$

Donde:

Es = Factor de emisión de partículas suspendidas (ton/acre/año)

FS = Fracción de las pérdidas totales por erosión del viento medidas como partículas suspendidas

I = Factor de pérdida de materia del suelo (ton/acre/año)

C = Factor climático (adimensional)

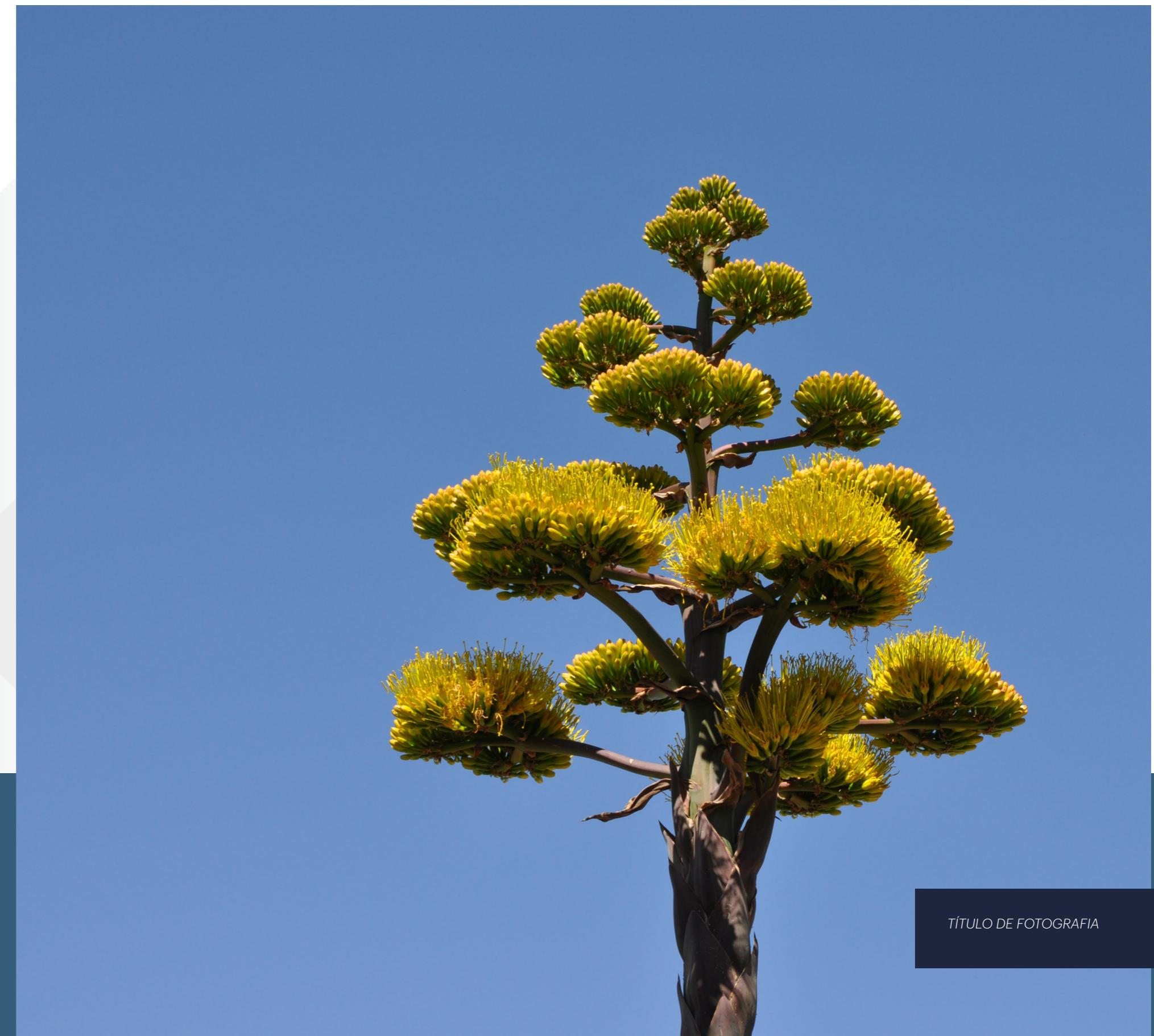
K = Factor de rugosidad de la superficie (adimensional)

L' = Factor de amplitud del campo sin protección (adimensional)

V' = Factor de cobertura vegetal (adimensional)

### B. Datos de actividad

En ambas categorías (biogénicas y erosivas), se requiere la información referente a la meteorología (temperatura, radiación solar o PAR) y uso de suelo. Para el caso de información meteorológica, se contó con información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional para el año 2018. En relación a la cobertura de uso de suelo se utilizó la cartografía disponible en el INEGI serie VI.



TÍTULO DE FOTOGRAFIA



## 6. BALANCE DE ENERGÍA

La emisión de contaminantes está determinada en gran medida, por la cantidad y calidad de los combustibles que son utilizados en los procesos y actividades para satisfacer las necesidades de la población.

En este apartado se reportan los resultados del balance de energía para el Estado de Hidalgo, con año base 2018. Se utilizaron los consumos energéticos por tipo de combustible y características fisicoquímicas para la actualización del inventario de emisiones a la atmósfera del Estado de Hidalgo, 2018.

La información base fue obtenida de diferentes fuentes, entre las que destacan las cédulas de operación anual (COA) del sector industrial, tanto de jurisdicción federal como estatal; el balance nacional de energía 2018, publicado por la Secretaría de Energía; así como el consumo de combustibles de uso vehicular reportado por Petróleos Mexicanos (PEMEX).

El balance nacional de energía 2018 muestra que en ese año se consumieron 5,393.5 PJ (SENER, 2019), mientras que para ese mismo año, en el Estado de Hidalgo, se utilizaron 198.7 PJ, lo que representa el 3.7% respecto al total nacional. Los resultados específicos para el Estado de Hidalgo en 2018 son los siguientes:

✓ **Por sector.**

Industria, 66.6%; transporte, 23.5%; uso doméstico, 9.2%; y, comercios y servicios, 0.7%.

✓ **Por tipo de combustible.**

Combustóleo pesado, 37.4%; gas natural, 17.3%; gasolina, 13.4%; diésel, 10.3%; la leña, 5.7%; y coque carbón, 5.5%, entre los más destacados.

Cuadro 8. Consumo energético por sector y tipo de combustible en el Estado de Hidalgo, 2018.

Fuente	Combustible	PJ	%
Industria	Combustóleo pesado	73.7	66.6
	Gas natural	73.7	
	Coque de carbón	73.7	
	Coque de petróleo	73.7	
	Carcón subituminoso	73.7	
	Diésel normal	73.7	
	Gas L.P.	73.7	
	Combustibles alternos	73.7	
	Combustibles formulados	73.7	
	Combustóleo ligero	73.7	
Transporte	Gasolina	26.5	23.5
	Diésel	20.3	
Doméstico	Gas L.P.	7.1	23.5
	Leña	11.2	
Comercial	Gas L.P.	1.4	0.7
	Total	198.8	100

Fuente: Elaboración propia con información de SENER, PEMEX y las cédulas de operación anual federal y estatal.



Cubitos, Pachuca, Hgo.



## 7. INVENTARIO DE EMISIONES

Los resultados del Inventario de Emisiones Contaminantes del Estado de Hidalgo, año base 2018, se reportan en análisis por fuente y categoría de emisión, tipo de contaminante y municipio. La actualización del inventario está integrada por 23 fuentes fijas, 33 fuentes de área, 10 fuentes móviles carreteras, 4 fuentes móviles no carreteras y 2 fuentes naturales.

Los resultados por fuente del inventario estimado para el año 2018 respecto a los obtenidos en el inventario de actividad 2016, se encuentran dentro del mismo orden de magnitud, ambos inventarios fueron estimados con las mismas metodologías, sin embargo las diferencias radican principalmente en los datos de actividad.

En el Cuadro 9, se aprecian los resultados de ambos inventarios por fuente, en el cual se observa que de los totales de contaminantes en las partículas (PM10 y PM2.5) hubo una diminución en emisiones, en todas las fuentes, excepto en fuentes de área. Por ejemplo en móviles no carretera se debe a la reducción en la actividad de número de vuelos en el aeropuerto, mientras que en fuentes fijas se atribuye a los equipos de control de emisiones instalados en las industrias.

En el caso del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) las emisiones aumentaron en gran medida en fuentes fijas y de área, en fijas debido al alto consumo de combustibles como el coque de carbón, coque de petróleo y el combustóleo, mientras que en fuentes de área al consumo de leña. El aumento en el monóxido de carbono (CO) también se vio reflejado en las fuentes fijas y de área por el incremento del consumo de combustibles.

Para los contaminantes de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV), amoniaco (NH<sub>3</sub>) y carbono negro (CN), las cantidades estimadas en ambos inventarios se mantienen con cambios mínimos. Para el caso del metano (CH<sub>4</sub>) se presentó un cambio considerable en fuentes de área, atribuible a las plantas tratadoras de agua y a los rellenos sanitarios.

Cuadro 9. Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el Estado de Hidalgo, 2016 vs 2018.

Fuente	Contaminantes (Mg/año), 2016								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Fijas	12,062.0	8,497.9	148,339.3	9,838.0	31,065.1	4,038.7	257.8	9,110.4	412.5
Móviles	2,546.3	2,335.0	761.9	95,886.6	30,770.3	10,820.1	151.5	496.3	535.9
Móviles no carreteras	195.4	189.3	79.8	1,025.4	1,976.1	194.3	2.0	27.9	73.4
Área	24,859.0	9,807.3	248.2	67,341.1	11,304.8	34,379.4	18,886.5	33,580.7	776.8
Naturales	4,993.8	749.1	NA	NA	24,178.0	122,044.2	NA	NA	NA
Total	44,656.5	21,578.6	149,429.2	174,091.1	99,834.3	44,656.5	19,297.8	43,215.3	1,798.6

Fuente	Contaminantes (Mg/año), 2018								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Fijas	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9
Móviles	2,063.6	1,889.2	634.9	98,828.1	26,038.6	11,430.3	159.7	567.2	345.2
Móviles no carreteras	58.2	56.4	24.3	363.5	627.9	62.4	0.6	8.6	21.8
Área	29,972.8	11,709.9	660.2	94,179.5	9,637.3	49,798.7	22,462.0	89,861.3	910.9
Naturales	3,518.1	527.7	NA	NA	27,988.9	112,845.3	NA	NA	NA
Total	42,851.6	19,754.3	149,429.2	174,091.1	99,834.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9

NA\_No aplica

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

## 7.1 EMISIONES TOTALES POR CONTAMINANTE

La primera parte del análisis de los resultados de emisión de contaminantes para el Estado de Hidalgo en el año 2018, considera todas las emisiones, incluyendo las emisiones antropogénicas y las naturales.

Como se observa en el Cuadro 10 y Figura 9, las fuentes de área contribuyen en forma importante en la emisión de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), en un 67.6% y 59.3%, respectivamente.

También es importante su aporte en la emisión de amoniaco (NH<sub>3</sub>) con 98.2%, así como 99.2% de metano (CH<sub>4</sub>) y 57.2% de carbono negro (CN).

Cuadro 10. Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el Estado de Hidalgo, 2018.

Fuente	Mg/año								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Fijas	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9
Móviles	2,063.6	1,889.2	634.9	98,828.1	26,038.6	11,430.3	159.7	567.2	345.2
Móviles no carreteras	58.2	56.4	24.3	363.5	627.9	62.4	0.6	8.6	21.8
Área	29,972.8	11,709.9	660.2	94,179.5	9,637.3	49,798.7	22,462.0	89,861.3	910.9
Naturales	3,518.1	527.7	NA	NA	27,988.9	112,845.3	NA	NA	NA
Total	42,851.6	19,754.3	149,429.2	174,091.1	99,834.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9

Fuente	%								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Fijas	19.2	28.2	99.3	7.0	27.7	2.2	1.1	0.1	21.6
Móviles	4.8	9.6	0.3	47.5	29.3	6.4	0.7	0.6	19.8
Móviles no carreteras	0.1	0.3	0.0	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4
Área	67.6	59.3	0.3	45.3	10.8	28.0	98.2	99.2	57.2
Naturales	8.2	2.7	NA	NA	31.5	63.4	NA	NA	NA
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

NA\_No aplica.

Nota: los valores presentados como 0.0 es un valor entre 0 y 0.1.

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

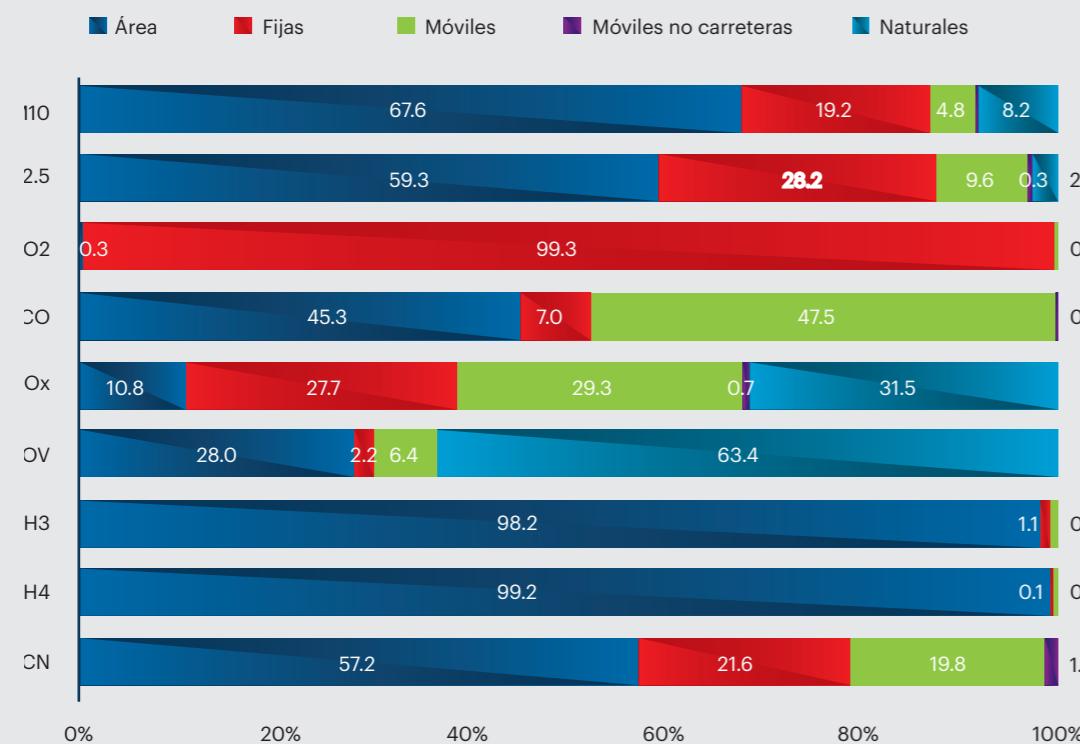
En relación a las fuentes fijas, el contaminante que más se emite es el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), contribuyendo con 99.3%. También tienen emisiones importantes entre 19% y 28% del total de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, óxidos de nitrógeno (NOx) y CN.

Las fuentes móviles que circulan por carreteras emiten principalmente monóxido de carbono (CO) en 47.5%, 29.3% de NOx y 19.8% de CN. Respecto a la contribución de las fuentes móviles no carreteras su mayor aporte es la emisión del 1.4% de CN.

En las fuentes de área se genera la mayor cantidad de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> y CN con 67.6%, 59.3% y 57.2%, respectivamente. También se generan grandes cantidades de CO (45.3%), CH<sub>4</sub> ( 99.2%) y NH<sub>3</sub> (98.2%).

Finalmente las fuentes naturales contribuyen con 63.4% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) que se generan en el Estado, los cuales provienen de las emisiones biogénicas.

Figura 9. Porcentaje de emisión de contaminante por fuente en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

## 7.2. EMISIÓNES POR FUENTE

En esta sección se muestran los resultados por fuente de emisión y sus categorías, destacando aquellos contaminantes con mayor aporte.

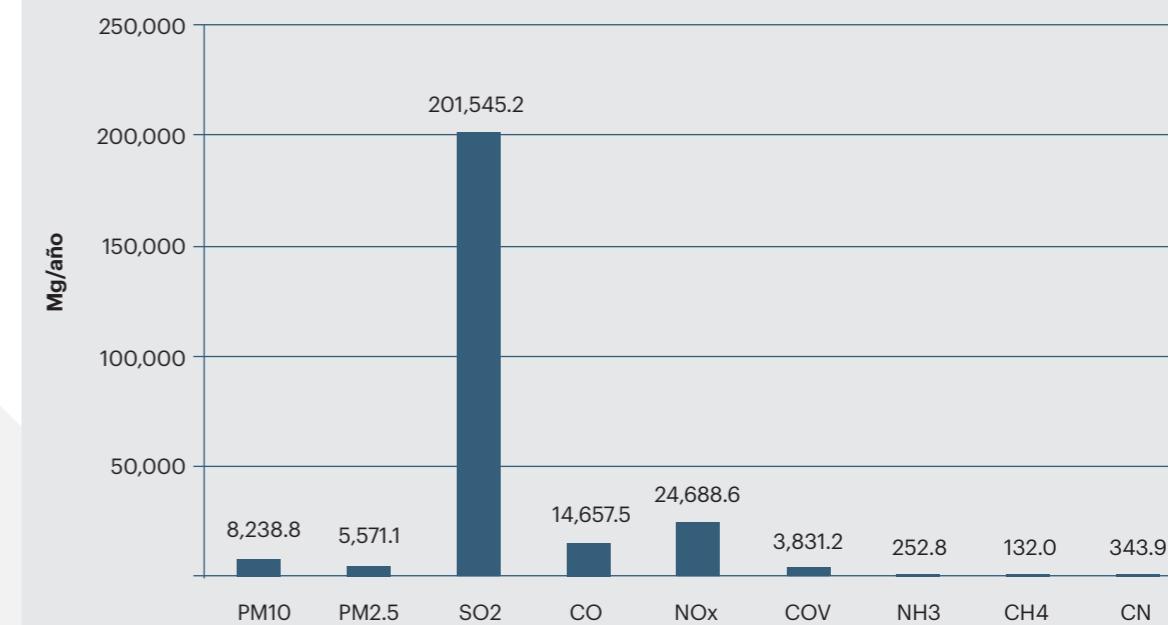
### 7.2.1. Fuentes fijas

La estimación de emisiones de fuentes fijas está integrada por 23 categorías o sectores industriales, de los que sobresalen la generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, cemento, extracción/beneficio de minerales no metálicos, alimentos y bebidas, entre otros. Estos sectores contribuyen principalmente con

la emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), partículas (PM10 y PM2.5), óxidos de nitrógeno (NOx), metano (CH<sub>4</sub>) y carbono negro (CN).

INVENTARIO DE EMISIÓNES CONTAMINANTES DEL ESTADO DE HIDALGO

Figura 10. Emisión de contaminantes por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Como se observa en la Figura 10, el SO<sub>2</sub> y los NOx son los contaminantes con mayor presencia.

Sin embargo, la emisión de partículas también es importante, debido a sus efectos adversos a la salud de la población y los ecosistemas.

El análisis por categoría de emisión muestra que las partículas PM10 y PM2.5 son principalmente por la generación de energía eléctrica 65.5% y 70.6%, respectivamente; seguida por la industria de petróleo y petroquímica (13.0% de PM10 y 15.0% de PM2.5).

En cuanto a la emisión de SO<sub>2</sub>, 56.5% proviene de la generación de energía eléctrica y 39.5% de la industria del petróleo y petroquímica; mientras que los NOx son

generados en 45.5% por la industria del cemento, y en 37.3% por la generación de energía eléctrica. Ver de las Figuras 11 a la 14.

Figura 11. Porcentaje de emisión de PM10 por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.

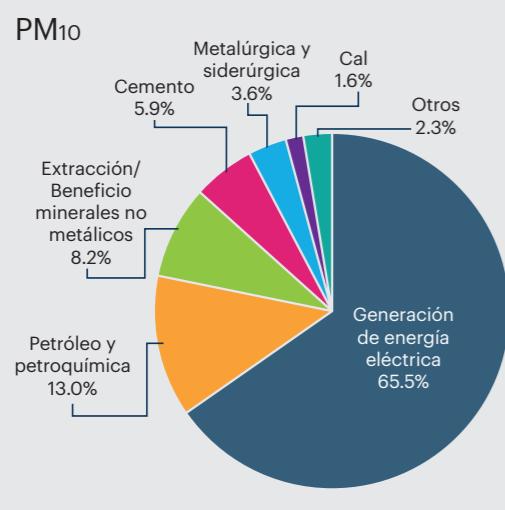


Figura 12. Porcentaje de emisión de PM2.5 por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.

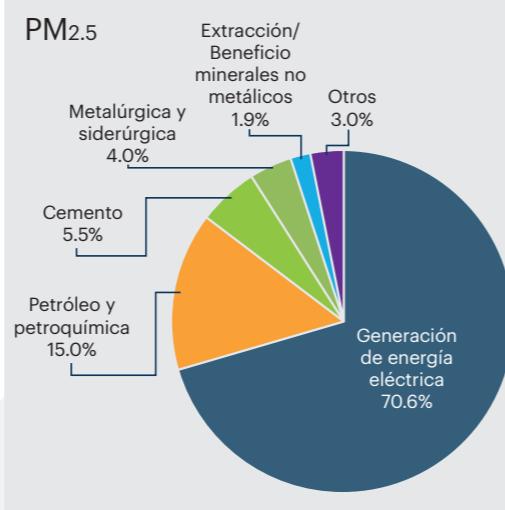


Figura 13. Porcentaje de emisión de SO2 por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.

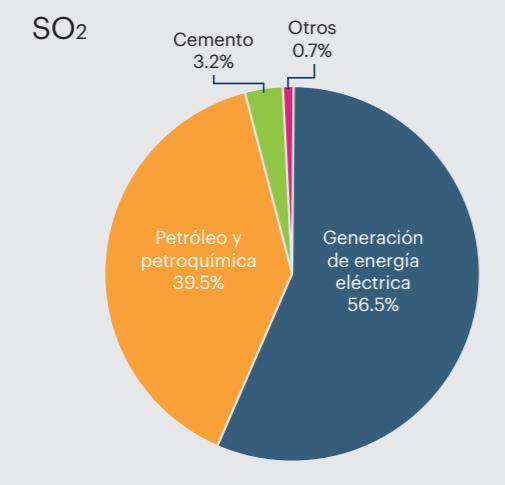
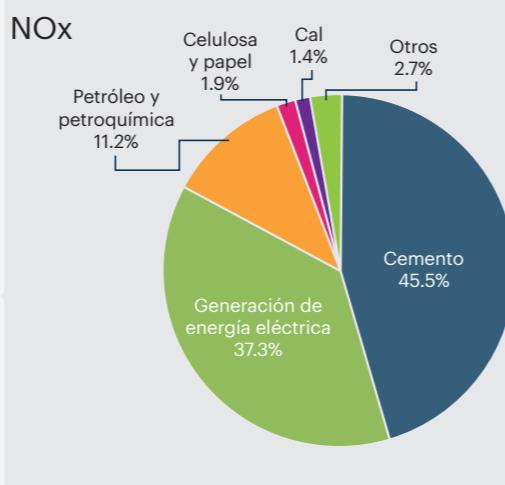


Figura 14. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las industrias de generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, así como cemento, son las que contribuyen con una mayor cantidad de emisiones a la atmósfera por parte de las fuentes fijas, principalmente de partículas (PM10 y PM2.5), SO2, y NOx. En el Cuadro 11 se muestra un resumen de la emisión de contaminantes y su contribución para cada una de las categorías.

Cuadro 11. Inventario de emisiones de fuentes fijas del Estado de Hidalgo.

Categoría	Emisiones Mg/año								
	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOx	COV	NH3	CH4	CN
Total	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.1	0.1	NE	NE	NE	1.0	NE	NE	NE
Alimentos y bebidas	29.2	18.6	100.6	40.1	100.3	3.5	1.2	1.0	0.6
Asbesto	0.0	0.0	NE	0.0	0.0	NE	NE	NE	NE
Automotriz	1.9	1.1	7.5	26.3	157.1	69.4	0.5	0.1	NE
Cal	127.8	27.1	617.6	47.1	340.8	3.7	1.8	1.5	NE
Celulosa y papel	17.6	17.4	1.3	182.6	477.1	13.0	7.0	5.0	NE
Cemento	485.9	307.4	6,535.0	6,535.0	11,230.6	814.0	4.8	5.7	NE
Derivados del petróleo y carbón	1.4	0.7	1.8	2.9	9.2	0.2	0.3	NS	NS
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	674.5	104.7	NS	NS	NS	NS	NE	NE	NE
Generación de energía eléctrica	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5	290.0
Industria de la madera	8.7	7.1	NE	NS	NS	45.3	NE	NS	NE
Industria textil	35.0	23.9	545.6	31.2	95.5	2.7	1.7	1.5	1.4
Manejo de desechos y remediación	NS	NE	NS	NS	0.2	NS	NE	NE	NE
Metálico	0.3	0.3	NE	1.1	1.9	21.5	NE	NS	NE
Metalúrgica y siderúrgica	296.1	225.5	127.0	89.1	191.2	49.4	3.2	5.7	0.9
Mezclas químicas	1.2	0.9	NS	1.0	1.3	15.3	NS	NS	NS
Minerales no metálicos	22.7	13.8	NS	6.5	7.8	51.6	0.2	0.2	NS
Pepel y cartón	0.2	0.2	NS	0.3	1.6	NE	NE	NS	NE
Petróleo y petroquímica	1,073.2	835.7	79,636.4	904.8	2,769.2	2,200.8	51.9	28.4	50.1
Pinturas y tintas	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5	290.0
Plástico y hule	0.2	0.2	NS	0.1	0.2	NS	NS	NS	NE
Química	69.5	54.7	28.2	51.6	96.3	286.0	1.2	2.4	0.8
Tratamiento de residuos peligrosos	0.1	0.1	NS	0.6	1.1	NE	NS	NS	NE

NA\_No aplica; NS\_No significativo; NE\_No estimado por falta de factores de emisión.

Nota: los valores presentados como 0.0 es un valor entre 0 y 0.1.

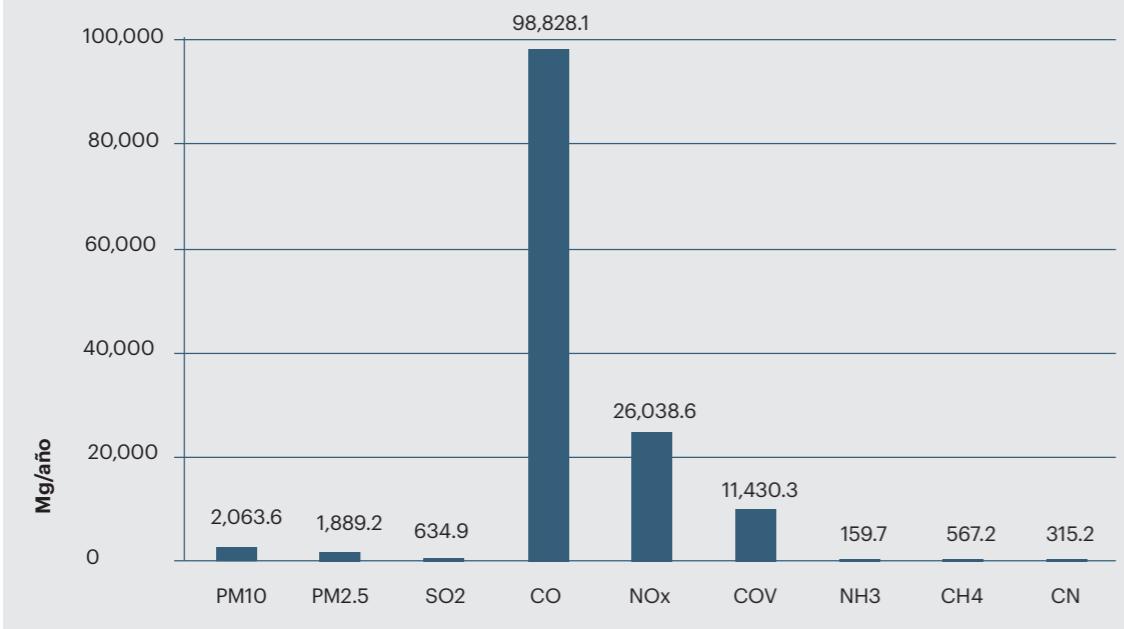
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

## 7.2.2. Fuentes móviles carreteras

El inventario de emisiones del Estado de Hidalgo 2018 considera 10 categorías de fuentes móviles carreteras para las que se estimaron sus emisiones por tipo de contaminantes y a nivel municipal. Los resultados indican que los principales contaminantes emitidos por esta fuente son

el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles (COV), todos ellos productos característicos de un proceso de combustión.

Figura 15. Emisión de contaminantes por fuentes móviles carreteras en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de NOx y de COV son de especial interés por ser precursores de la formación de ozono (O<sub>3</sub>), este último de efectos adversos hacia la salud humana.

La mayor emisión de CO proviene de los automóviles particulares y pick up con 33.1% y 30.3%, respectivamente (ver Figura 16).

La emisión de COV es emitida en 36.1% por los automóviles particulares, seguida por las pick up en 28.3% y las camionetas particulares en 17.6% (ver Figura 17). Los

NOx son generados principalmente por los automóviles particulares (25.1%), seguido por las pick up (16.9%) y los vehículos con peso mayor a 3.8 toneladas (14.4%), ver Figura 18.

Figura 16. Porcentaje de emisión de CO por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.

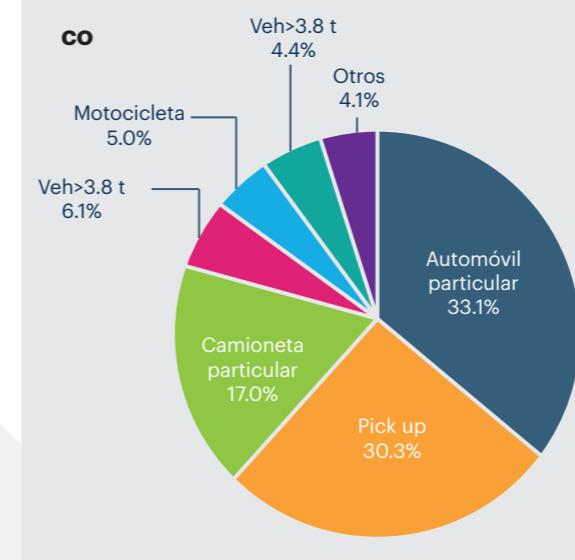
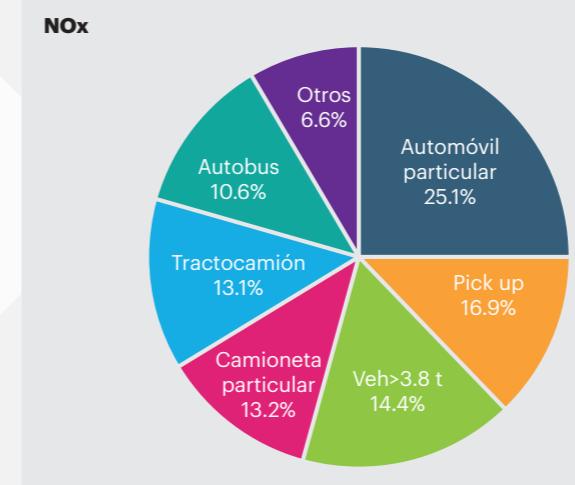


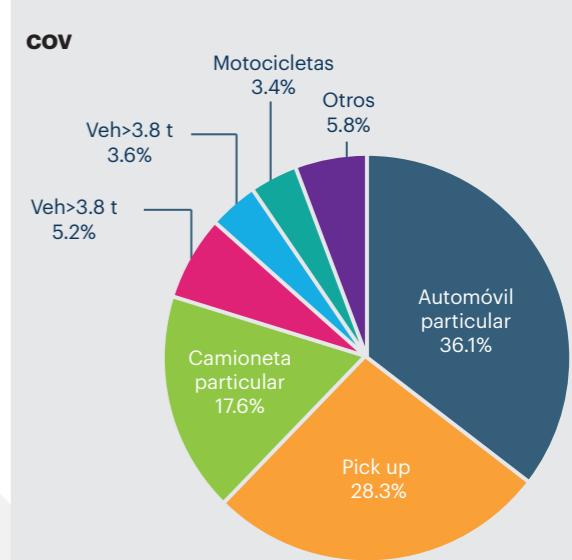
Figura 18. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

El Cuadro 12 muestra el resumen de contaminantes por tipo de vehículo.

Figura 17. Porcentaje de emisión de COV por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.



Cuadro 12. Inventario de emisiones de fuentes móviles carreteras para el Estado de Hidalgo.

Categoría	Emisiones Mg/año								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Total	2,063.6	1,889.2	634.9	98,828.1	26,038.6	11,430.3	159.7	567.2	315.2
Motocicleta	7.3	6.5	20.3	4,928.2	244.3	392.8	13.5	11.0	0.9
Automóvil particular	86.5	76.5	163.3	32,710.9	6,547.7	4,120.8	52.0	86.4	19.0
Taxi	1.2	1.1	2.0	741.2	185.7	116.4	5.6	3.0	0.2
Camioneta particular	52.9	47.3	90.5	16,801.7	3,442.5	2,015.0	24.6	67.8	10.2
Combi	3.2	2.9	2.0	1,075.3	356.0	110.9	5.3	7.2	25.0
Pickup	114.1	101.4	110.8	29,940.5	4,401.5	3,239.0	29.1	94.0	1.3
Veh<3.8Ton	36.5	33.1	1.9	4,331.5	936.6	413.4	6.6	24.4	17.5
Autobús	247.9	228.1	27.4	1,030.3	2,771.3	148.5	4.2	60.4	81.4
Veh<3.8Ton	739.1	679.3	117.5	6,061.5	3,747.2	590.0	11.6	109.0	74.7
Autobús	775.1	713.1	99.3	1,206.9	3,405.8	283.5	7.3	104.2	85.0

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

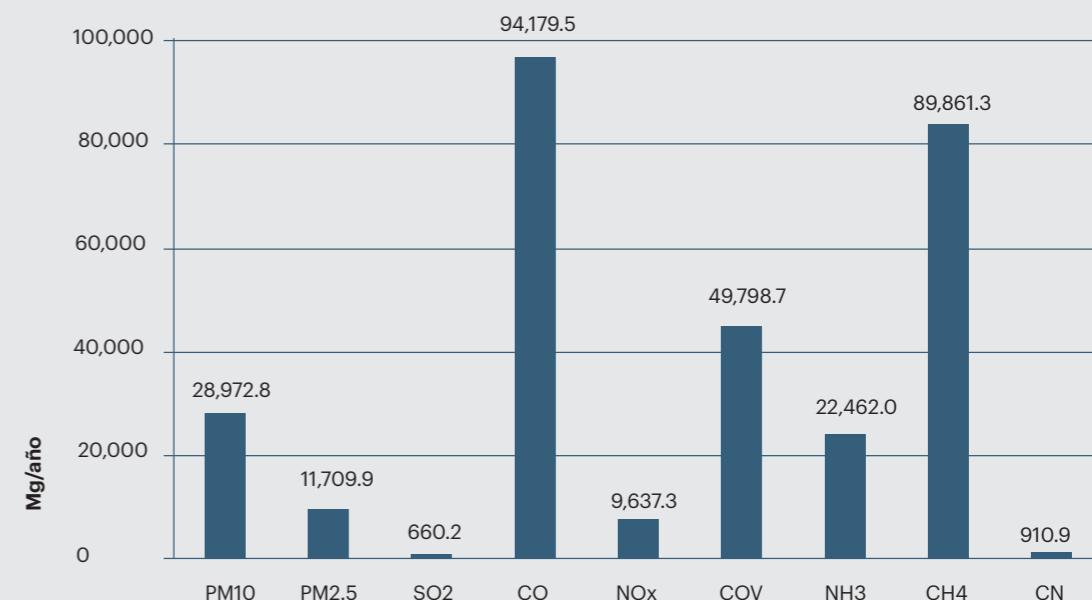
### 7.2.3. Fuentes móviles no carreteras

La principal contribución de las fuentes móviles no carreteras a la emisión de contaminantes atmosféricos en el Estado de Hidalgo, es el carbono negro (CN) 1.4% y los óxidos de nitrógeno (NOx) 0.7%.

### 7.2.4. Fuentes de área

Para fuentes de área se recopiló información de 33 subcategorías de emisión. Los resultados muestran que contribuyen principalmente con la generación de metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) y partículas menores a 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>).

Figura 19. Emisión de contaminantes por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de PM<sub>10</sub> provienen en un 52.6% de caminos pavimentados y no pavimentados, en 18.8% por la combustión doméstica (principalmente por el uso de leña) y 12.1% por labranza y 11.7% por quemas agrícolas. Con relación al CO, es emitido principalmente por la combustión doméstica (67.9%) y las quemas agrícolas (29.0%), ver las Figuras 20 y 21.

Figura 20. Porcentaje de emisión de PM<sub>10</sub> por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.



Figura 21. Porcentaje de emisión de CO por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.

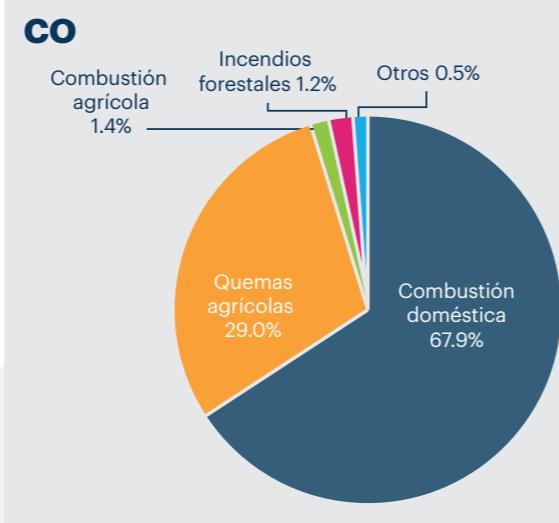
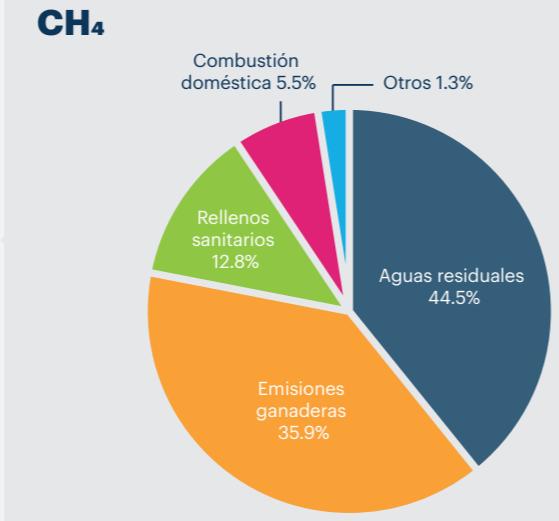


Figura 22. Porcentaje de emisión de COV por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.



Figura 23. Porcentaje de emisión de CH<sub>4</sub> por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Respecto a la emisión de COV, las categorías más importantes son la combustión doméstica con 28.1%, las aguas residuales con 22.6%, el manejo y distribución de gas LP con 17.3% y el uso doméstico de solventes con 8.4%. Ver Figura 22.

La emisión de metano se origina en 44.5% por las aguas residuales, 35.9% por la

emisión ganadera y el 12.8% por los rellenos sanitarios. Ver Figura 23.

Un resumen de los contaminantes por categoría de fuentes de área se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Inventario de emisiones de fuentes de área para el Estado de Hidalgo.

Categoría	Emisiones Mg/año								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Total	28,972.8	11,709.9	660.2	94,179.5	9,637.3	49,798.7	22,462.0	89,861.3	910.9
Combustión agrícola	434.1	434.1	404.9	1,331.8	6,170.1	1.0	29.6	12.2	65.2
Combustión comercial	6.1	6.1	0.8	50.1	87.9	3.1	NE	1.3	0.4
Combustión doméstica	5,451.3	5,249.7	158.8	63,585.8	2,299.5	13,974.5	NE	4,969.6	374.3
Combustión industrial	3.6	2.2	0.3	26.6	60.7	1.3	1.4	0.5	0.6
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	413.7	NA	NA	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	115.2	NA	NA	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	18.7	NA	NA	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	2,793.5	NA	NA	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	746.8	NA	NA	NA
Pintura vial	NA	NA	NA	NA	NA	133.1	NA	NA	NA
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	1,774.7	NA	NA	NA
Recubrimiento de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	392.8	NA	NA	NA
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	4,194.3	NA	NA	NA
Manejo y distribución de GLP	NA	NA	NA	NA	NA	8,594.5	NA	NA	NA
Manejo y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	1,117.2	NA	NA	NA
Actividades de la construcción	463.7	46.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Asado al carbón	135.3	108.0	NA	269.5	5.0	17.4	NA	NA	4.0
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	161.5	NA	NA
Aplicación fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,233.9	NA	NA
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	143.5	NA	NA
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15,064.8	32,230.2	NA
Corrales de engorda	135.9	15.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Labranza	3,496.6	775.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Quemas agrícolas	3,376.2	3,241.2	82.5	27,149.9	965.6	2,887.3	543.1	1,110.0	448.6
Quemas a cielo abierto	59.6	54.6	1.6	133.3	9.4	13.4	NA	20.4	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	11,242.4	NA	39,944.0	NA

Categoría	Emisiones Mg/año								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Caminos pavimentados y no pavimentados	15,229.0	1,615.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de NH <sub>3</sub>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,577.7	NA	NA
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	2.1	NA	NA	NA
Incendios en construcción	0.4	0.4	NA	6.6	0.2	0.4	NA	NA	0.1
Incendios forestales	116.2	98.5	10.5	1,156.1	34.1	80.8	11.6	46.4	7.1
Ladrilleras	64.8	62.4	0.7	472.9	4.9	428.7	NA	NA	4.2
Rellenos sanitarios	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	11,526.6	NA

NA\_No aplica; NS\_No significativo; NE\_No estimado por falta de factores de emisión.

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

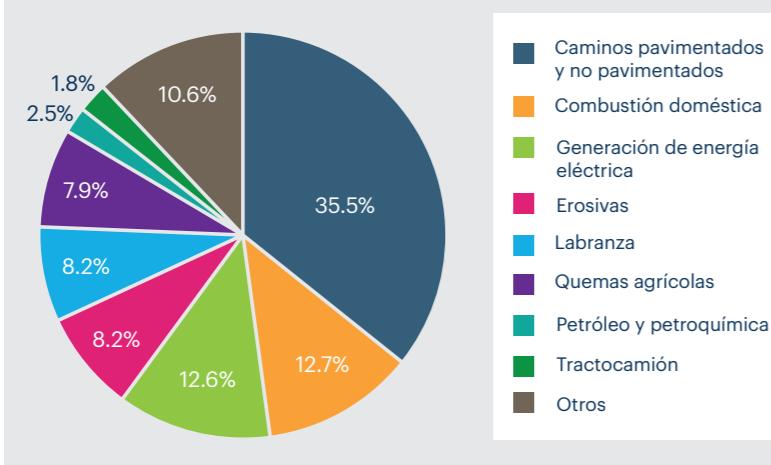
## 7.2.5. Fuentes naturales

Las fuentes naturales participan con la emisión del 63.4% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y 31.5% de óxidos de nitrógeno (NOx) por la actividad biogénica, mientras que la erosión eólica (emisiones erosivas) contribuye con 8.2% de PM<sub>10</sub> y 2.7% de PM<sub>2.5</sub>.

## 7.3. EMISIÓNES POR CATEGORÍAS PARA CADA CONTAMINANTE

Para cada contaminante se presentan las principales categorías y subcategorías emisoras, el resto de las categorías y/o subcategorías se han agregado con el título de "otros".

Figura 24. Principales categorías de emisión por tipo de contaminante en el Estado de Hidalgo. Figura A. Emisión de PM<sub>10</sub>

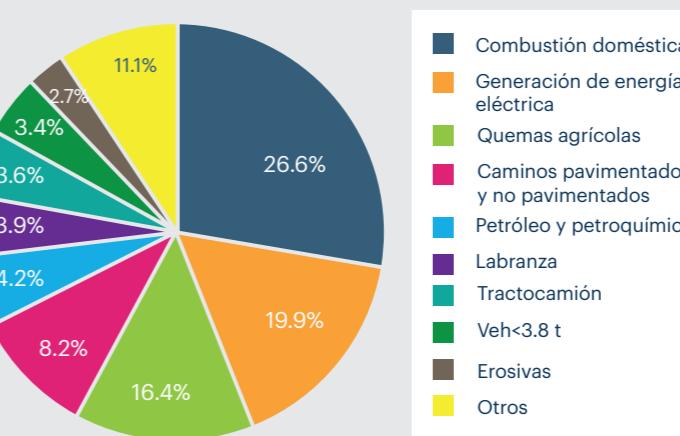


Los caminos pavimentados y no pavimentados contribuyen con 35.5% de PM<sub>10</sub> por la resuspensión de polvo al paso de los vehículos automotores.

Otras fuentes importantes en la emisión de este contaminante son la combustión doméstica con 12.7%, la generación de energía eléctrica aporta 12.6%, mientras que las emisiones erosivas participan con 8.2%.

\*Otros considera categorías cuya contribución de PM<sub>10</sub> es 2% o menor: industria del cemento, actividades de la construcción, combustión agrícola, industria de la metalurgia y los autobuses, entre otros.

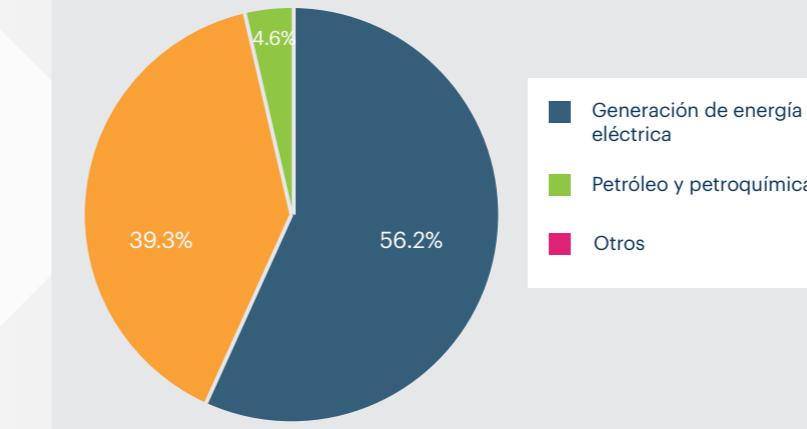
Figura B. Emisión de PM<sub>2.5</sub>.



Los tres sectores de actividad que más contribuyeron en 2018 a la emisión de PM<sub>2.5</sub> son la combustión doméstica (principalmente por el uso de leña), la generación de energía eléctrica y las quemas agrícolas. La suma de las emisiones de estos tres sectores corresponde al 62.9% del total.

También es importante la emisión de los caminos pavimentados y no pavimentados con el 8.2%.

Figura C. Emisión de SO<sub>2</sub>.

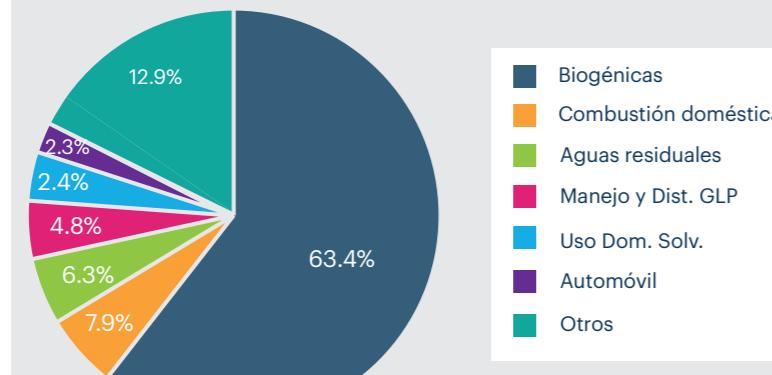


La emisión SO<sub>2</sub> se presenta principalmente por la actividad industrial, representada por la generación de energía eléctrica con 56.2% e industria del petróleo y petroquímica con 39.3%.

En total, estos dos sectores contribuyen con 95.5% de la emisión.

Otros considera categorías cuya contribución de SO<sub>2</sub> es 4% o menor: industrias del cemento y cal, textil, combustión agrícola y los automóviles, entre otras categorías.

Figura D. Emisión de COV.

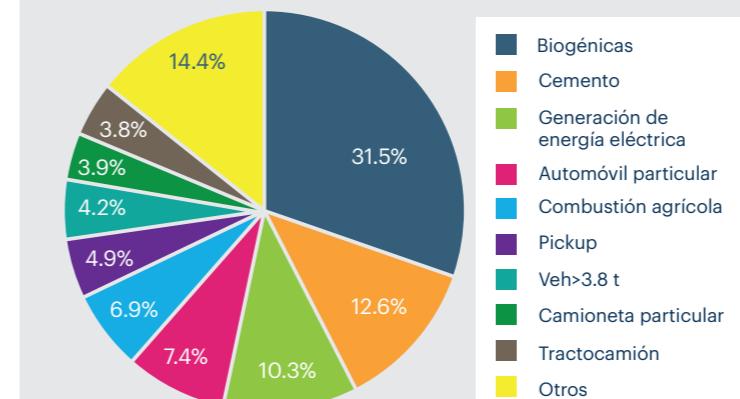


La principal emisión de COV corresponde a la actividad biogénica con 63.4%, seguida por la combustión doméstica con 7.9% y las aguas residuales con 6.3% de la emisión.

Estas tres categorías contribuyen con 77.6% de este contaminante.

Otros considera categorías cuya contribución de COV es menor del 1%: limpieza de superficies industriales, petróleo y petroquímica, camionetas particulares, recubrimiento de superficies arquitectónicas, rellenos sanitarios, manejo y distribución de combustibles, entre otros.

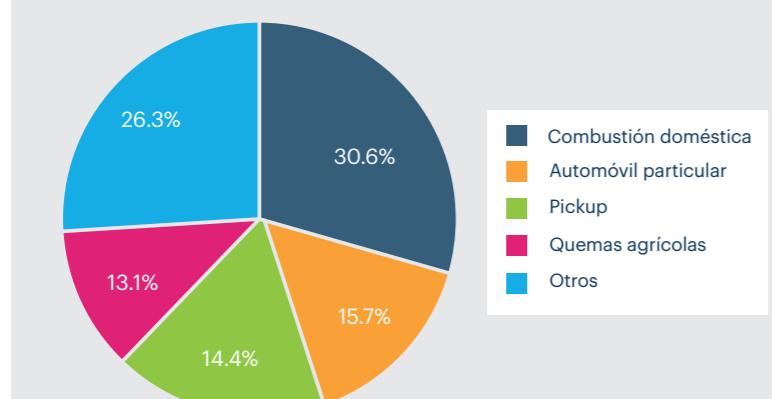
Figura F. Emisión de NOx.



Los NOx son emitidos principalmente por la actividad biogénica en 31.5%. En cuanto a las fuentes antropogénicas, la industria del cemento contribuye con 12.6%, la generación de energía eléctrica con 10.3% y la combustión agrícola con 7.4%.

Las cuatro principales categorías de emisión contribuyen con 61.8% de los NOx.

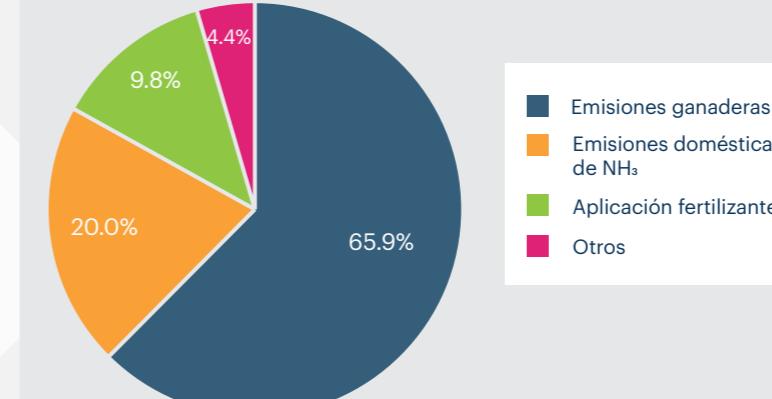
Figura E. Emisión de CO.



Las cuatro principales categorías de emisión de CO son la combustión doméstica, el uso de autos particulares, las pick up y las quemas agrícolas.

En conjunto, estas categorías contribuyeron con 73.8% de este contaminante.

Otros considera categorías cuya contribución de CO es 6% o menor: camionetas particulares, vehículos mayores y menores a 3.8 toneladas, generación de energía eléctrica, combustión agrícola, entre otros.

Figura G. Emisión de NH<sub>3</sub>.

Las categorías de las fuentes de área son las principales generadoras de NH<sub>3</sub> entre las cuales destacan: emisiones ganaderas (65.9%), emisiones domésticas (20.0%) y la aplicación de fertilizantes (9.8%).

Otros considera categorías cuya contribución de NH<sub>3</sub> es 2% o menor: quemas agrícolas, combustión agrícola, generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, autos particulares, entre otras categorías.

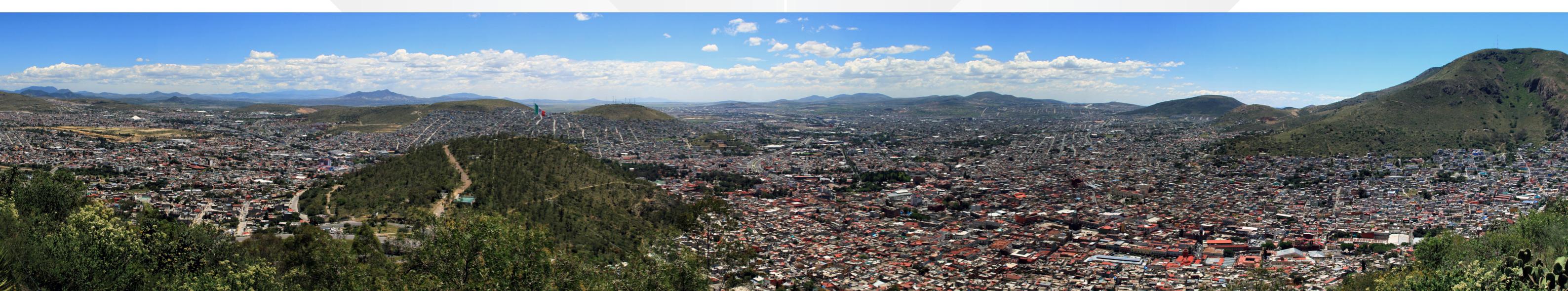
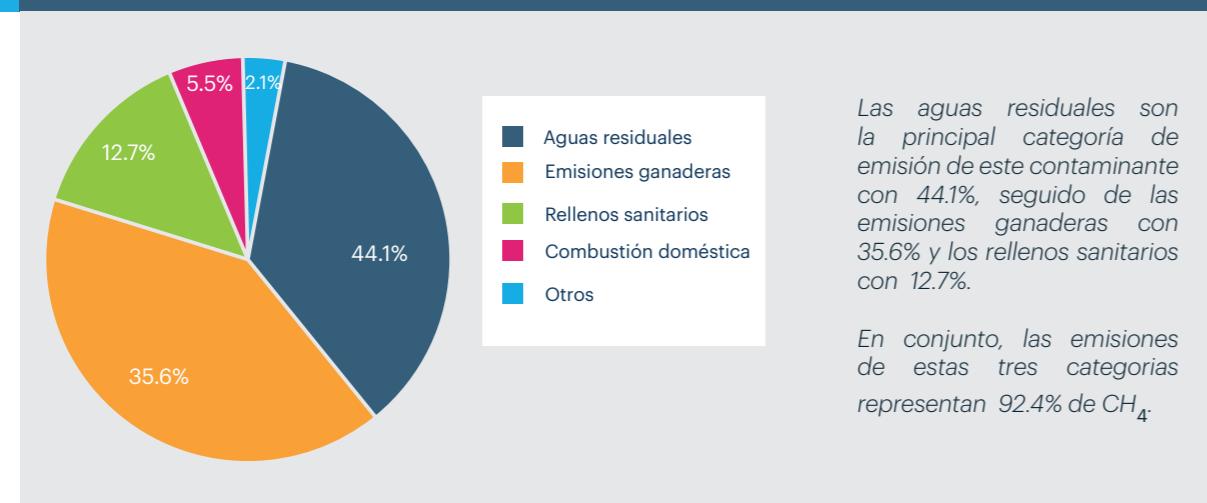
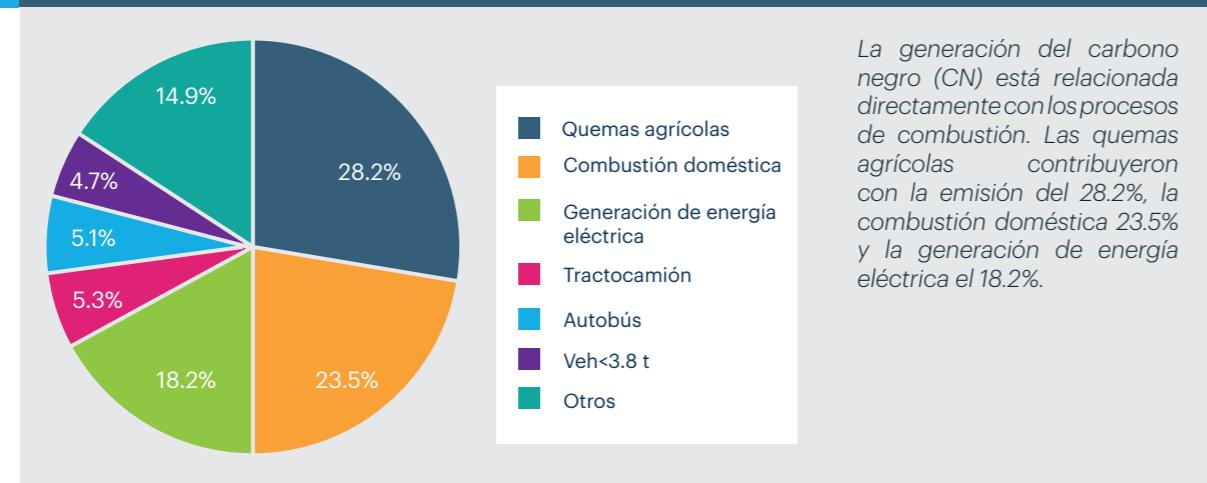


Figura H. Emisión de CH<sub>4</sub>.

Otros considera categorías cuya contribución de CH<sub>4</sub> es 2% o menor: quemas agrícolas, vehículos automotores, incendios forestales, entre otros.

Figura I. Emisión de carbono negro (CN).



Otros considera categorías cuya contribución de CN es 4% o menor: petróleo y petroquímica, vehículos automotores, incendios forestales y combustión agrícola, entre las categorías más importantes.

## 7.4. EMISIÓNES DE CONTAMINANTES POR MUNICIPIO

Del análisis de las emisiones por municipio, que se presentan en la Figura 25 y Cuadro 14, destaca que para partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), Tula de Allende es el municipio en el que se genera la mayor cantidad de estos contaminantes, con 16.6% y 23.4%, respectivamente.

También en estos contaminantes sobresalen Atitalaquia, Pachuca de Soto y Tulancingo de Bravo.

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se produce prácticamente en su totalidad por el sector industrial presente en Tula de Allende (56.3%), seguido de Atitalaquia (39.3%).

El Monóxido de carbono (CO) es emitido en mayor cantidad en Pachuca de Soto con 12.6%, lo que se relaciona directamente con fuentes móviles; y Tula de Allende con el 8.9% por la industria del cemento, combustión doméstica y automóviles particulares.

Al igual que el CO, los Óxidos de nitrógeno (NOx) se generan principalmente en Tula de Allende, 19.4% por el sector industrial; seguido de Atotonilco de Tula, 6.6% por la industria del cemento, principalmente. En Pachuca de Soto el CO se genera en su mayoría por las fuentes móviles.

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son generados en los municipios de Tlanchinol y Atotonilco de Tula con en 7.2% cada uno y en Huautla 4.9%.

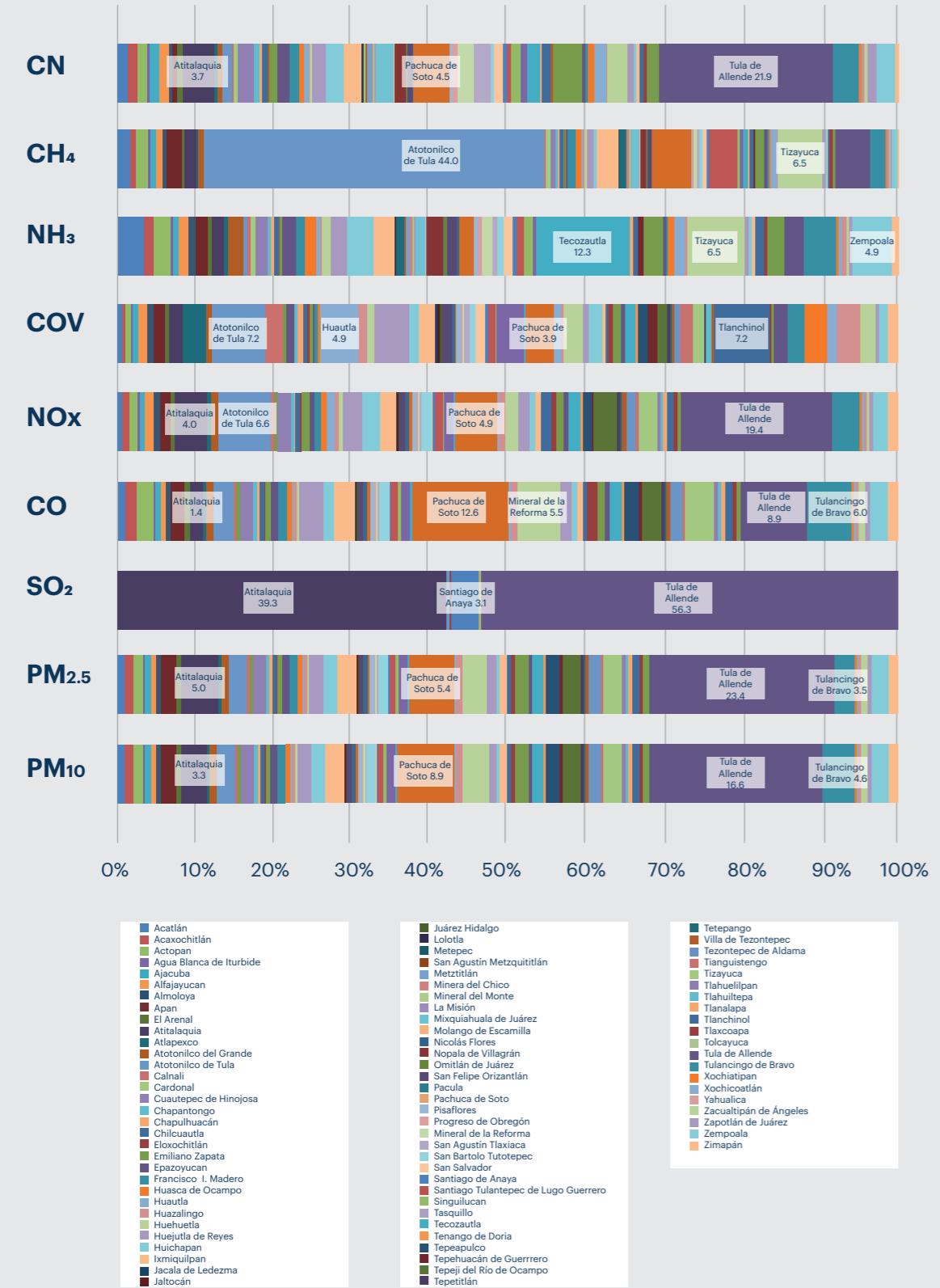
Las emisiones en Tlanchinol y en Huatla se generan, principalmente, por la categoría biogénica, mientras que en Atotonilco de Tula por el tratamiento de aguas residuales. El amoniaco (NH<sub>3</sub>) se emite principalmente

en Tecozautla con 12.3% y en Tizayuca con 6.5%, ambos relacionados con la actividad ganadera; mientras que las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) se producen en mayor cantidad en Atotonilco de Tula (44.0%), debido al tratamiento de aguas residuales, así como en Tizayuca (6.5%) por emisiones ganaderas.

Finalmente, el Carbono negro (CN) se emite en un 21.9% en Tula de Allende, principalmente por la generación de energía eléctrica.



Figura 25. Emisión de contaminantes por municipio en el Estado de Hidalgo.



Los valores específicos de cada contaminante a nivel municipal se pueden consultar en el “Anexo II. Inventario por municipio y contaminante” de este documento.

Un resumen de los principales municipios en los que se generan la mayor cantidad de contaminantes se presenta en el Cuadro 14.



Cuadro 14. Emisiones por municipio del Estado de Hidalgo.

Contaminantes	Municipio	Categoría
PM <sub>10</sub> Partículas menores a 10 micras	Tula de Allende 16.6%	Generación de energía eléctrica – 74.8% Caminos pavimentados y no pavimentados – 10.8%
	Pachuca de Soto – 8.9%	Caminos pavimentados y no pavimentados – 78.9% Combustión doméstica – 14.8%
	Tulancingo de Bravo – 4.6%	Caminos pavimentados y no pavimentados – 64.6% Combustión doméstica – 15.4%
PM <sub>2.5</sub> Partículas menores a 2.5 micras	Tula de Allende – 23.4%	Generación de energía eléctrica – 83.5% Combustión doméstica – 4.5%
	Pachuca de Soto – 5.4%	Combustión doméstica – 51.5% Caminos pavimentados y no pavimentados – 30.2%
	Atitalaquia – 5.0%	Petróleo y petroquímica – 85.1% Combustión doméstica – 5.5%
SO <sub>2</sub> Dióxido de azufre	Tula de Allende – 56.3%	Generación de energía eléctrica – 99.8% Cemento – 0.1%
	Atitalaquia – 39.3%	Petróleo y petroquímica – 99.9%
	Santiago de Anaya – 3.1%	Cemento – 99.7%
CO Monóxido de carbono	Pachuca de Soto – 12.6%	Automóviles particulares – 28.0% Combustión doméstica – 25.1% Pick up – 20.4%
	Tula de Allende – 8.9%	Cemento – 48.3% Combustión doméstica – 13.6% Automóviles particulares – 10.0%
	Tulancingo de Bravo – 6.0%	Combustión doméstica – 28.3% Automóviles particulares – 22.1% Pick up – 20.5%
NO <sub>x</sub> Óxidos de nitrógeno	Tula de Allende – 19.4%	Generación de energía eléctrica – 51.0% Cemento – 32.1% Biogénicas – 3.5%
	Atotonilco de Tula – 6.6%	Cemento – 84.8% Biogénicas – 3.2% Tractocamiones – 3.1%
	Pachuca de Soto – 4.9%	Automóviles particulares – 33.8% Pick up – 18.1% Camionetas particulares – 17.1%
COV Compuestos orgánicos volátiles	Tlanchinol – 7.2%	Biogénicas – 97.2%
	Atotonilco de Tula – 7.2%	Aguas residuales – 86.7% Cemento – 6.2%
	Huautla – 4.9%	Biogénicas – 97.4% Combustión doméstica – 1.2%

Cuadro 14. Emisiones por municipio del Estado de Hidalgo.

Contaminantes	Municipio	Categoría
NH <sub>3</sub> Amoniaco	Tecozautla – 12.3%	Emisiones ganaderas – 95.4% Emisiones domésticas – 3.0%
	Tizayuca – 6.5%	Emisiones ganaderas – 87.9% Emisiones domésticas – 9.9%
	Zempoala – 4.9%	Emisiones ganaderas – 86.7% Aplicación de fertilizante – 5.4% Emisiones domésticas – 5.3%
CH <sub>4</sub> Metano	Atotonilco de Tula – 44.0%	Aguas residuales – 98.8% Emisiones ganaderas – 1.0%
	Tizayuca – 6.7%	Emisiones ganaderas – 92.6% Combustión doméstica – 3.6%
	Pachuca de Soto – 4.7%	Rellenos sanitarios – 81.4% Combustión doméstica – 12.1%
CN Carbono negro	Tula de Allende – 22.0%	Generación de energía eléctrica – 81.7% Combustión doméstica – 4.3%
	Pachuca de Soto – 4.5%	Combustión doméstica – 53.8% Autobuses – 8.8% Quemas agrícolas – 7.0%
	Atitalaquia – 3.8%	Petróleo y petroquímica – 84.0% Combustión doméstica – 6.5% Quemas agrícolas – 3.4%

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.



## 8. REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE EMISIONES

**E**l inventario de emisiones se ha georreferenciado con la finalidad de visualizar de forma sencilla en dónde se emite la mayor cantidad de contaminantes y/o identificar cuáles son las principales fuentes y/o categorías emisoras en cada municipio.

### 8.1. REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE EMISIONES TOTALES Y POR FUENTE

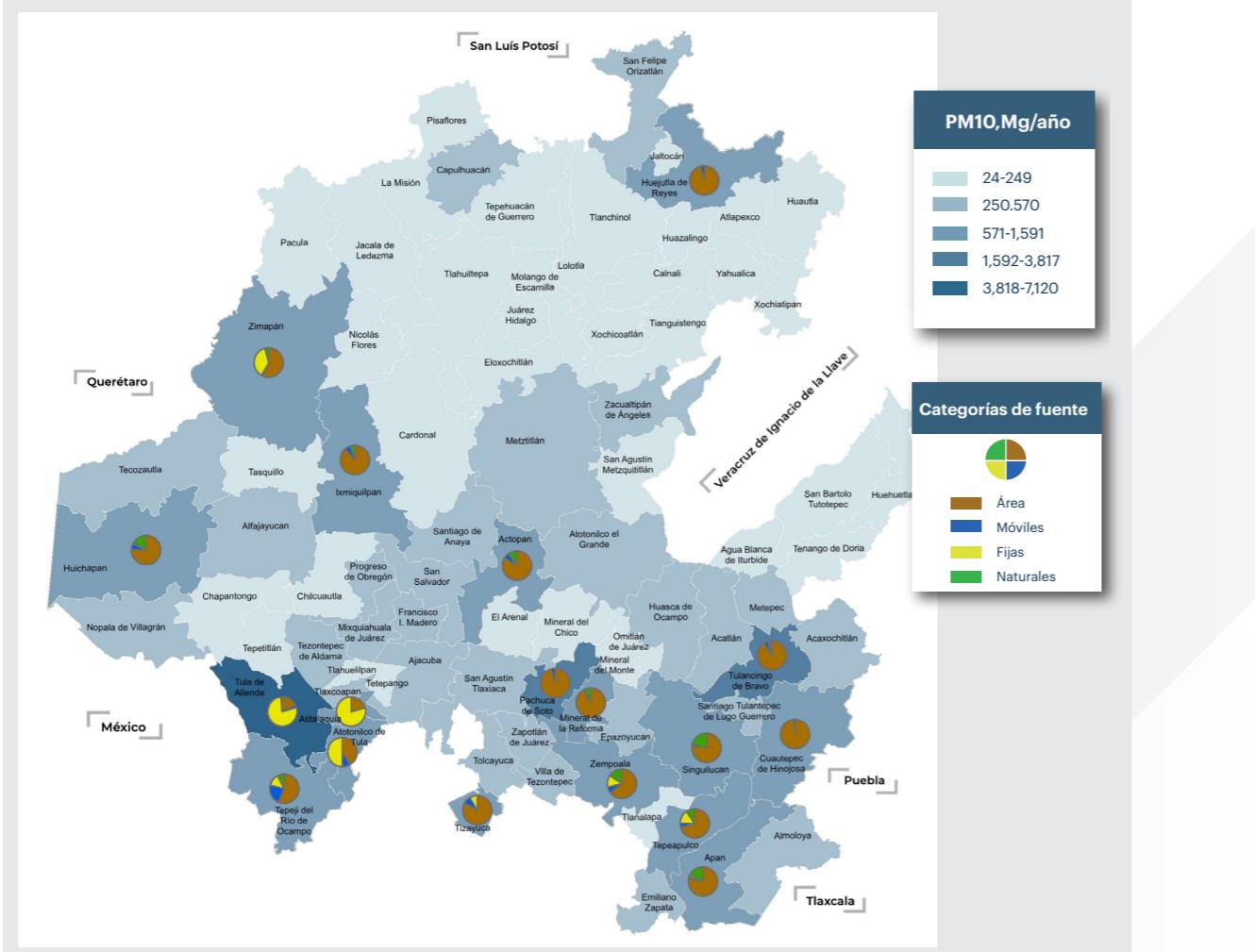
Las emisiones totales por contaminante para cada municipio se presentan de forma geográfica en esta sección, así como el aporte de emisiones por fuente de los principales municipios a través de gráficos de pastel.

Los contaminantes representados son las emisiones de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , respectivamente), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), amoniaco ( $NH_3$ ), metano ( $CH_4$ ) y carbono negro (CN).

La representación geográfica de  $PM_{10}$  se aprecia en la Figura 26. Destaca la generación de  $PM_{10}$  en los siguientes municipios: Tula de Allende 16.6% de aportación, Pachuca de Soto 8.9%, Tulancingo de Bravo 4.6%, Mineral de la Reforma 3.7%, Atitalaquia 3.3%, y en un rango de 2% a 2.5% los municipios de Tepeji del Río de Ocampo, Zempoala, Tizayuca, Apan, Ixmiquilpan y Tepeapulco. En el resto de los municipios se genera menos del 1%.

En Tula de Allende y Atitalaquia, la principal fuente generadora de  $PM_{10}$  son las fijas, mientras que en el resto de los municipios, destacan las fuentes de área con la subcategoría de caminos pavimentados y no pavimentados, combustión doméstica y en algunos municipios la categoría de fuentes naturales de erosivas.

Figura 26. Distribución espacial de PM10 a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.



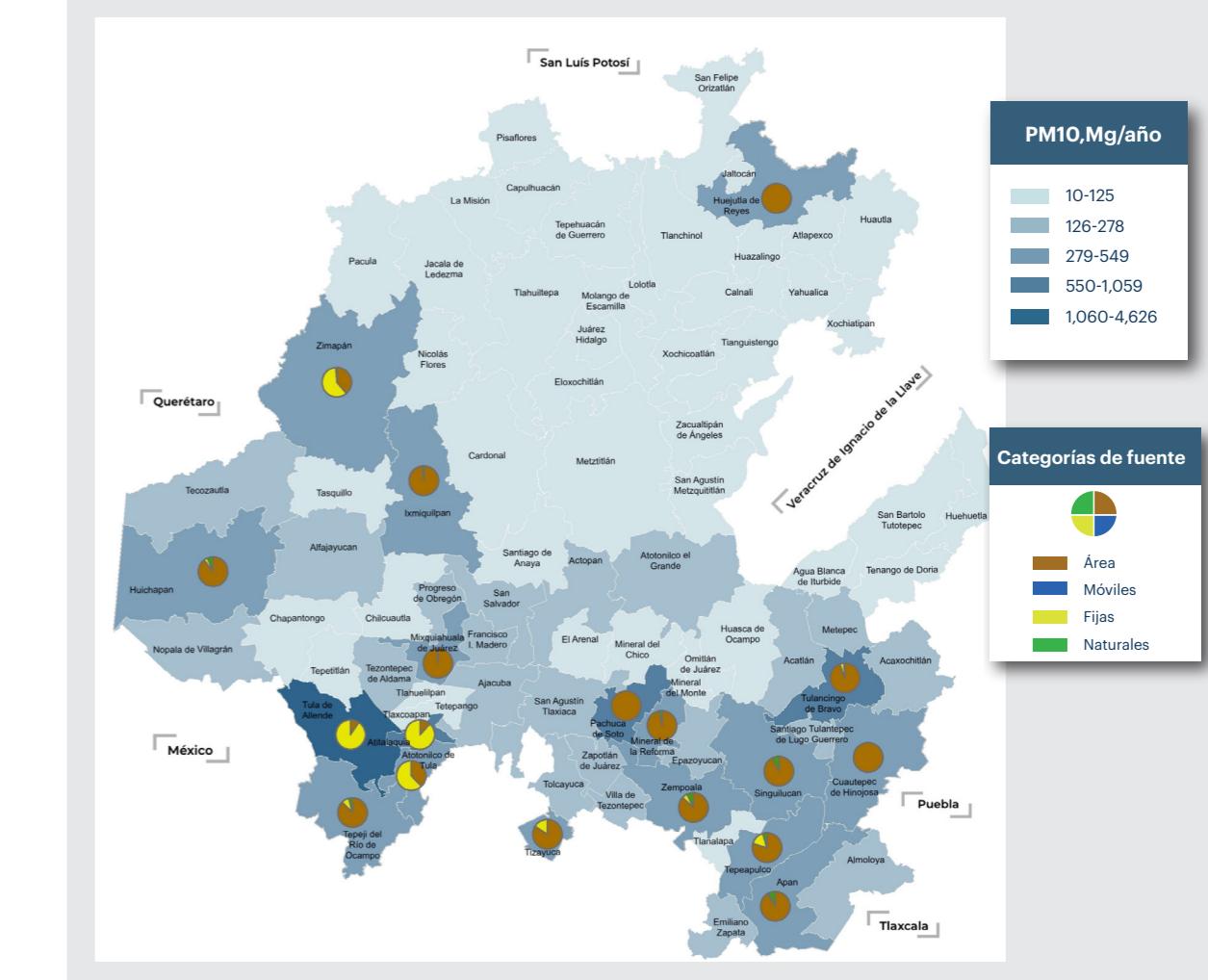
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

La Figura 27 muestra las emisiones de PM2.5, se aprecia que los municipios donde se genera la mayor cantidad de este contaminante son: Tula de Allende 23.4%, Pachuca de Soto 5.4%, Atitalaquia 5.0%, Tulancingo de Bravo 3.5%, Tepeji del Río de Ocampo 2.8%, Mineral de la Reforma 2.7%, Tizayuca 2.4% y el resto de los municipios con un porcentaje menor al 2%.

En Tula de Allende y Atitalaquia la principal fuente emisora de PM2.5 es la industria, mientras que en Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo, Tepeji del Río de Ocampo, Mineral

de la Reforma y Tizayuca, predominan las provenientes de caminos pavimentados y no pavimentados, combustión doméstica, así como fuentes móviles.

Figura 27. Distribución espacial de PM2.5 a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.

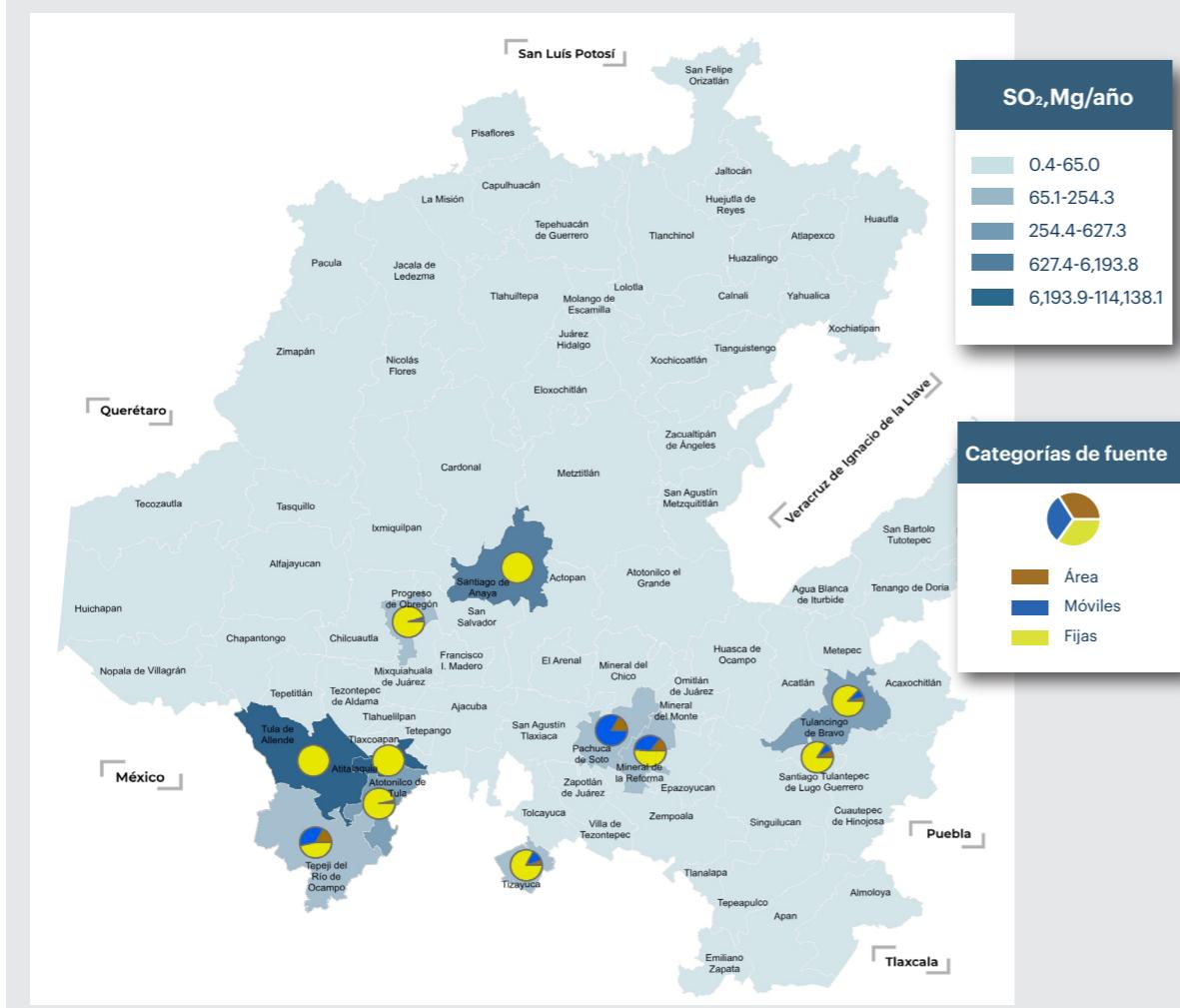


Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de SO2 por municipio se muestran en la Figura 28, destaca que el 98.6% de este contaminante se genera en los municipios de Tula de Allende (56.3%), Atitalaquia (39.3%) y Santiago de Anaya (3.0%), siendo la principal fuente emisora las fuentes fijas.

En municipios tales como Pachuca, Tizayuca y Tepeji del Río destaca emisiones de SO2 de fuentes móviles.

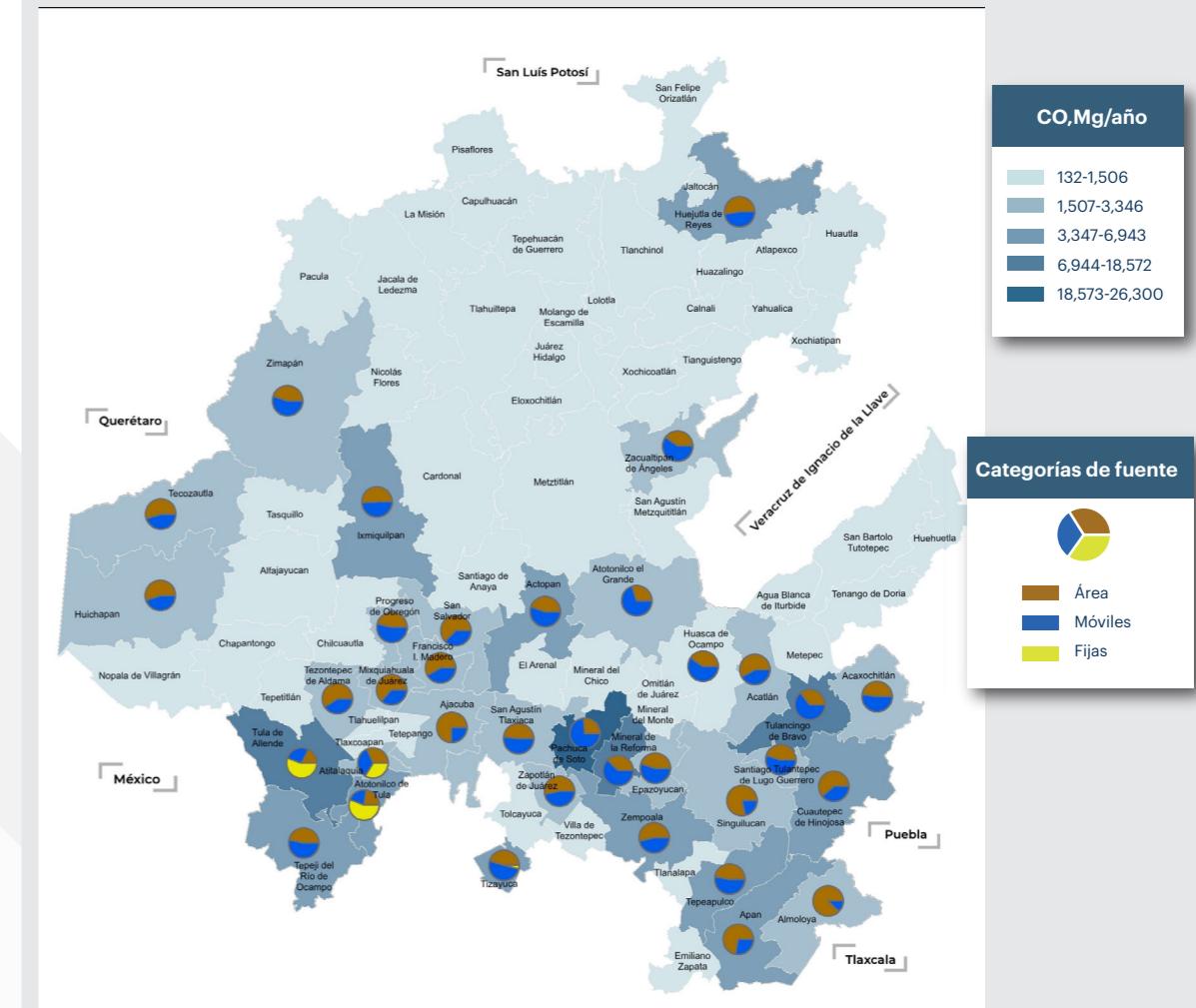
Figura 28. Distribución espacial de SO<sub>2</sub> a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de CO se muestran en la Figura 29, siendo los municipios de Pachuca de Soto (12.6%), Tula de Allende (8.9%), Tulancingo de Bravo (6.0%), Mineral de la Reforma (5.5%), Tizayuca (3.3%), Huejutla de Reyes (2.6%), Ixmiquilpan (2.5%), Tepeji del Río de Ocampo (2.5%) y Atotonilco de Tula (2.4%), en los que se genera la mayor cantidad de este contaminante, predominando las fuentes móviles como la principal emisora; salvo Tula de Allende y Atotonilco de Tula donde se observa que las fuentes fijas son la principal causa de CO, seguida de las fuentes móviles.

Figura 29. Distribución espacial de CO a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

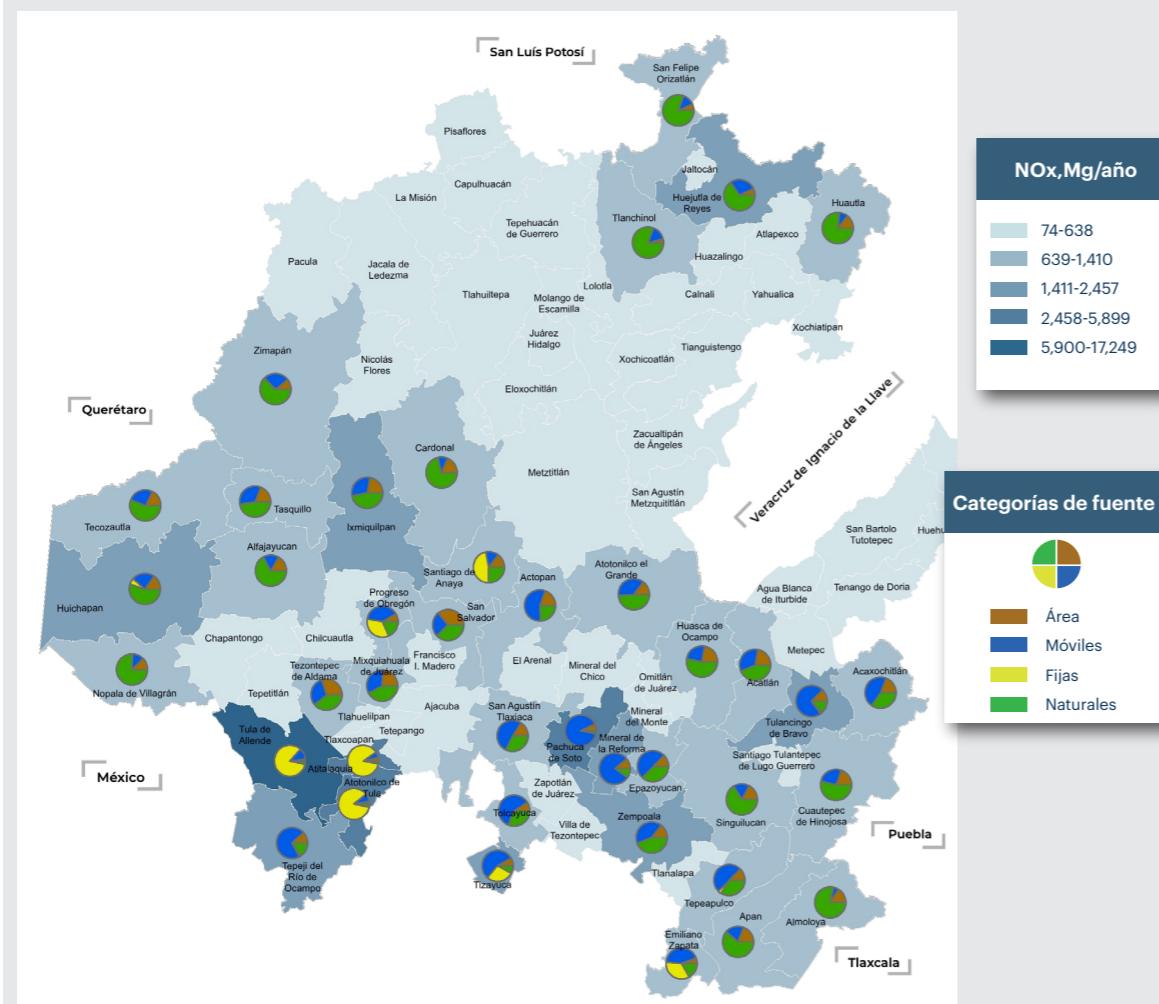
Las emisiones de NOx se aprecian en la Figura 30, en donde la mayor generación de este contaminante se da en los municipios de Tula de Allende 19.4%, Atotonilco de Tula 6.6%, Pachuca de Soto 4.9%, Atitalaquia 4.0%, Tulancingo de Bravo 2.8%, Tepeji del Río de Ocampo 2.6% e Ixmiquilpan 2.5%.

En el resto de los municipios se genera un porcentaje igual o menor al 2%.

En los municipios de Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Atitalaquia destaca el aporte de NOx proveniente de fuentes fijas, mientras que para el resto de los municipios urbanizados, predominan los NOx de

fuentes móviles. Para los municipios rurales las emisiones son generadas por fuentes biogénicas.

Figura 30. Distribución espacial de NOx a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.



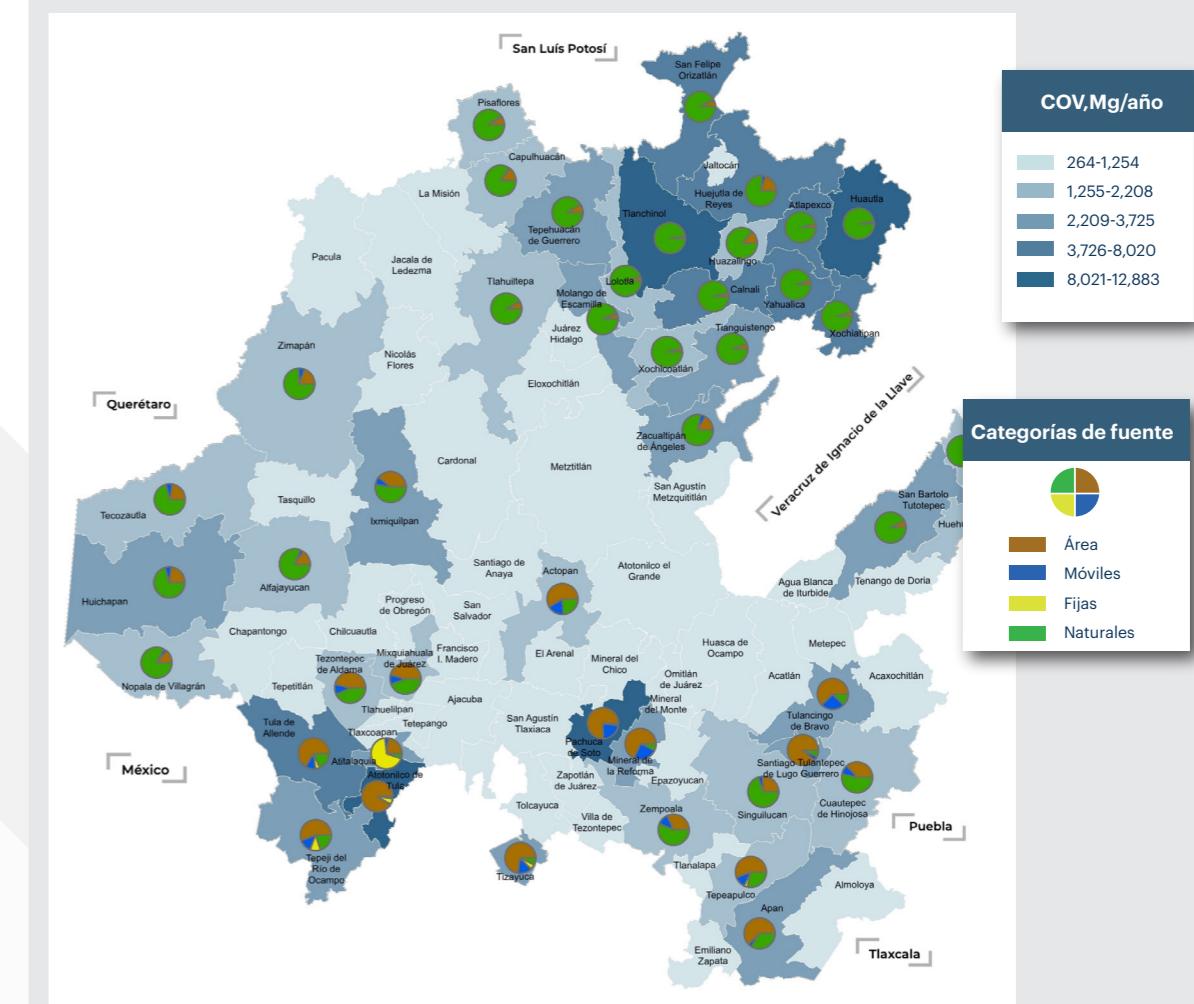
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de los COV se aprecian en la Figura 31, los principales municipios en los que se genera este contaminante son: Tlanchinol y Atotonilco de Tula cada una con 7.2%, Huautla 4.9%, Huejutla de Reyes 4.4% y Pachuca de Soto con un aporte del 3.9%.

Como se observa en la Figura 31, en el norte del Estado predomina la generación de COV proveniente de fuentes naturales (biogénicas); para el caso de Atitalaquia, las fuentes fijas son las principales generadoras de COV, mientras que en Atotonilco de Tula provienen de la planta tratadora de

aguas residuales y en Pachuca de Soto de la combustión doméstica y la actividad vehicular. En los municipios de Mineral de la Reforma, Tepeji del Río de Ocampo, Tizayuca y Tulancingo de Bravo, destacan las emisiones provenientes de fuentes de área (por el manejo y distribución del gas L.P. y el uso doméstico de solventes) y de biogénicas.

Figura 31. Distribución espacial de COV a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.



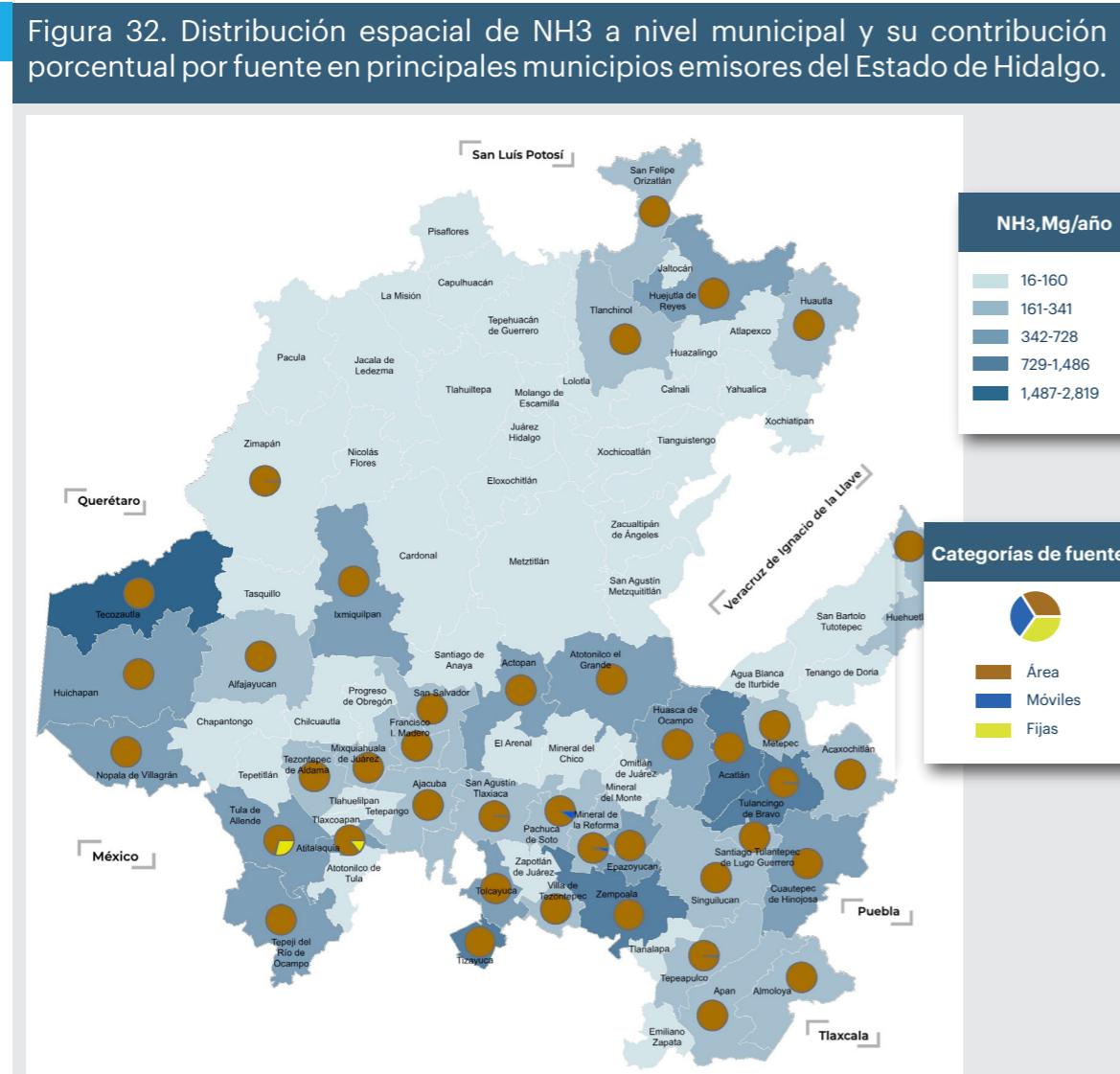
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

La Figura 32 muestra las emisiones de NH3, éstas provienen en mayor cantidad de los municipios de Tecozautla 12.3%, Tizayuca 6.5%, Zempoala 4.9%, Acatlán y Tulancingo de Bravo con 3.5%

Cada uno, en el resto de los municipios se genera, en cada uno de ellos, cantidades menores o iguales al 3%.

El amoniaco en su mayoría es generado en los municipios con actividad agropecuaria (emisiones ganaderas y aplicación de fertilizantes), excepto para Tula de Allende y Atitalaquia, donde la principal

fuente generadora es la industria; y en los municipios urbanizados, son las emisiones domésticas.

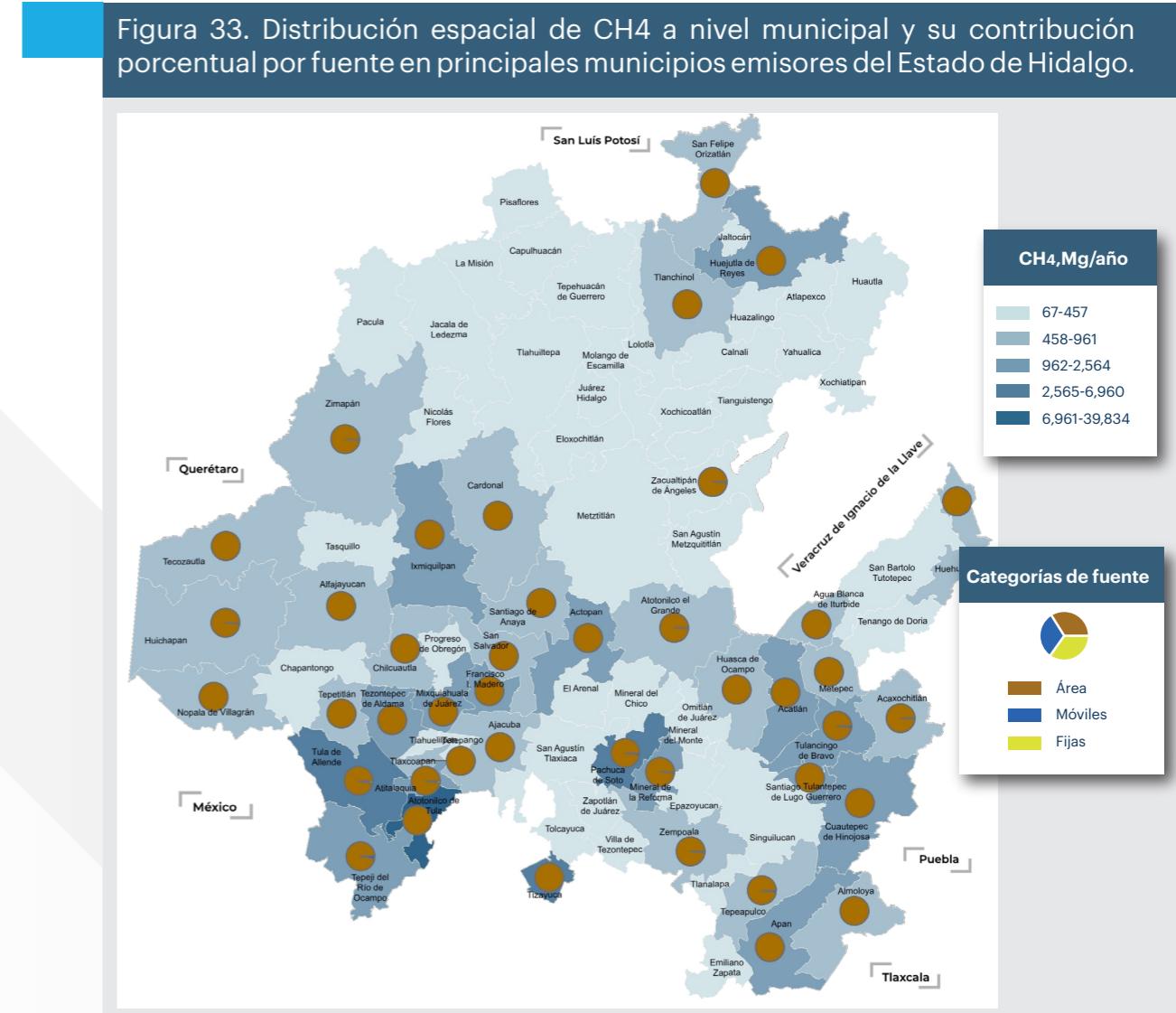


Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018*

En la Figura 33 se presentan las emisiones de CH<sub>4</sub>, de ésta se aprecia que los municipios con la mayor generación son: Atotonilco de Tula 44.0% (destaca la subcategoría de tratamiento de aguas residuales), Tizayuca 6.5% (emisiones ganaderas y combustión doméstica), Pachuca de Soto 4.7% (rellenos sanitarios y combustión doméstica) y Tula de Allende 4.0% (rellenos sanitarios y emisiones ganaderas).

En el resto de los municipios se genera un porcentaje menor o igual al 3%.

El 44.1% del CH4 generado en el Estado



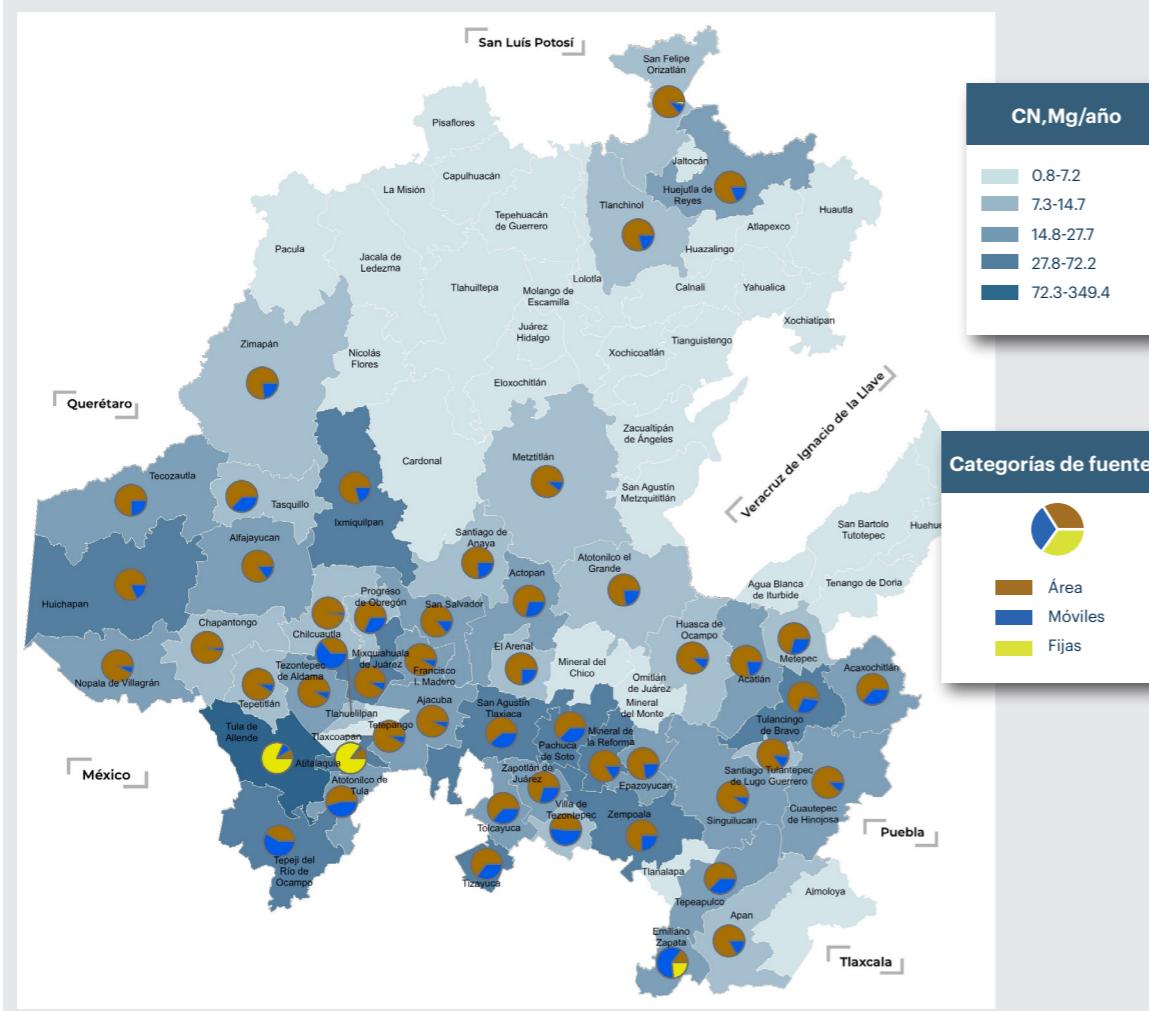
Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018*.

proviene del tratamiento de las aguas residuales, un 35.6% de emisiones ganaderas y el 12.7% de los rellenos sanitarios, todas éstas subcategorías de fuentes de área.

Los principales municipios en los que se genera el CN son Tula de Allende (22.0%), Pachuca de Soto (4.5%), Atitalaquia (3.8%), Tepeji del Río de Ocampo (3.7%) y Tulancingo de Bravo (3.5%"%).

En Tula de Allende y Atitalaquia destaca la generación de CN por las fuentes fijas. En el resto de los municipios se emite por fuentes móviles, en específico por los vehículos a diésel (ver figura 34).

Figura 34. Distribución espacial de CN a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente en principales municipios emisores del Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

## 8.2. REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE EMISIÓNES POR FUENTE Y/O CATEGORÍA

En esta sección se presentan geográficamente algunas de las categorías y/o fuentes con sus emisiones para conocer el aporte de éstas de forma más detallada, ya que se representan de forma puntual a través de sus coordenadas geográficas, de uso de suelo y del área geoestadística básica (Ageb).

Los mapas presentados en esta sección son de las principales fuentes emisoras y categorías para partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM10, PM2.5), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV). No se presentan mapas para dióxido de azufre (SO2), metano (CH4) y carbono negro

(CN), ya que para SO2, la principal fuente son fijas, generando el 99.3% del SO2 en el estado; en el caso de CN, la representación es similar a los mapas de CO y NOx.

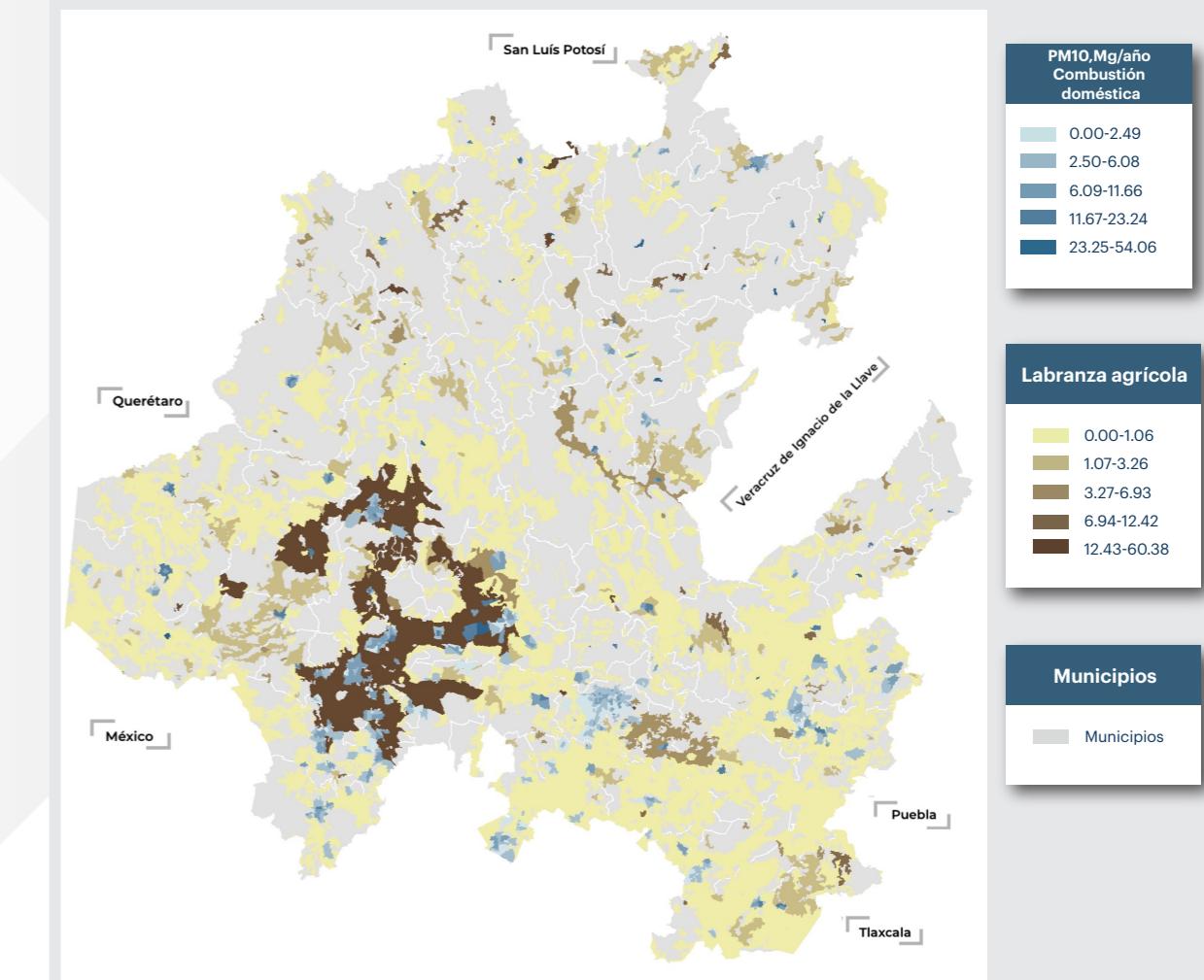
Finalmente para CH4, las principales categorías en este contaminante son aguas residuales y rellenos sanitarios, similar al mapa de COV.

La Figura 35 presenta las emisiones de PM10 para las categorías de combustión doméstica y de labranza agrícola. Para la categoría de labranza agrícola, las PM10

se han asignado a las porciones de tierra con uso de suelo agrícola presentes en cada municipio, destacando visualmente los municipios que cuentan con superficies territoriales menores, y no necesariamente aquellos que en conjunto sus porciones de tierra agrícola suman la mayor cantidad de emisiones.

Referente a las PM10 generadas por la combustión doméstica, resaltan las áreas en azul correspondientes a las principales zonas urbanas del estado.

Figura 35. Distribución espacial de emisiones de PM10 de las categorías de combustión doméstica y labranza agrícola.

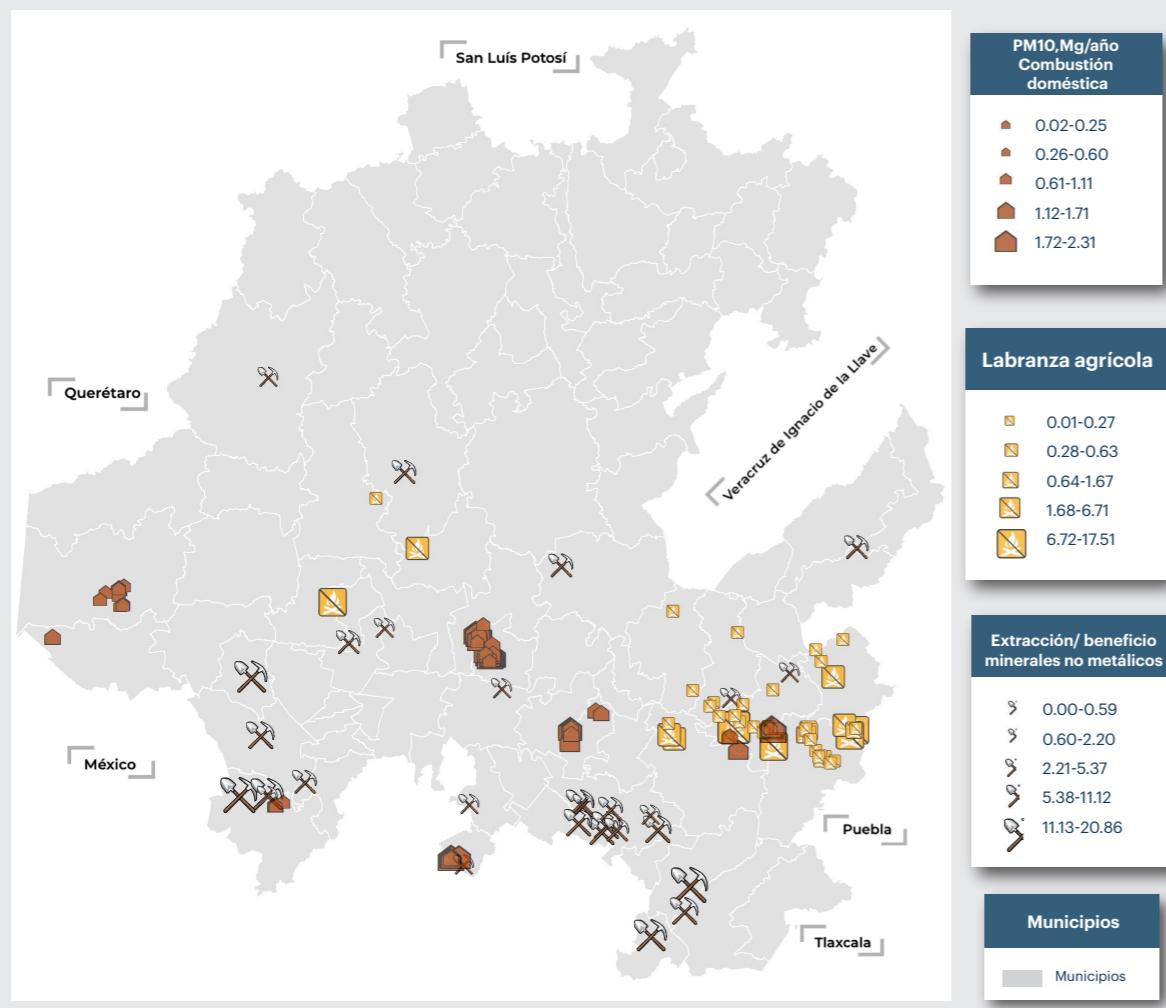


Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de PM2.5 generadas por las categorías de ladrilleras, incendios forestales y el sector industrial de extracción/beneficio de minerales no metálicos (banco de materiales) se presentan en la Figura 37, de ésta se observa que en los municipios de El Arenal y Tulancingo de Bravo es donde se encuentran la mayor cantidad de ladrilleras; mientras que la generación de PM2.5 por la actividad de la extracción/beneficio de minerales no metálicos es relevante.

beneficio de minerales no metálicos en los municipios de Zempoala y Tepeji del Río de Ocampo es relevante. Finalmente, en el año 2018 se tuvieron registros de incendios principalmente en los municipios del sureste del estado, Acaxochitlán, Cuautepec de Hinojosa, Tulancingo de Bravo y Singuilucan, en conjunto estos municipios generaron la mayor cantidad PM2.5 debido a este tipo de eventos.

Figura 37. Distribución espacial de emisiones de PM2.5 de las categorías de ladrilleras, incendios forestales y la extracción/beneficio minerales no metálicos.

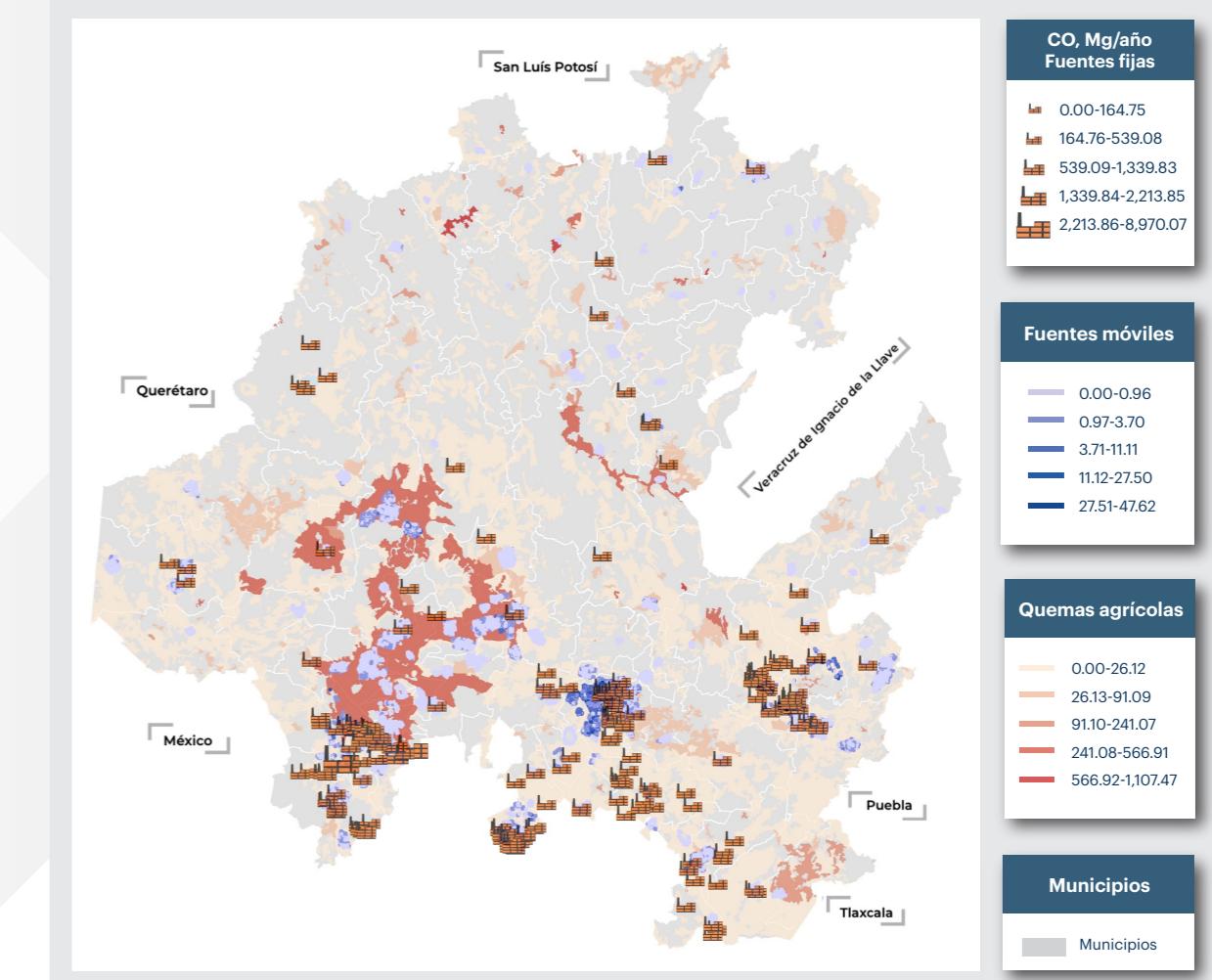


Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

En la Figura 38 se presentan las emisiones de CO proveniente de fuentes fijas, móviles y la categoría de quemas agrícolas de fuentes de área. En la figura se aprecia que la mayor cantidad de CO liberado por fuentes fijas se encuentra en la zona de los municipios de Atitalaquia y Tula de Allende. Aunque en la figura se observan numerosas industrias en los municipios de Pachuca, Mineral de la Reforma, Tizayuca y Tulancingo de Bravo, éstas no son tan significativas en sus emisiones como las presentes en Atitalaquia y Tula de Allende.

Referente a las emisiones de fuentes móviles, destaca la mayor cantidad de CO generado en los municipios de Pachuca y Mineral de la Reforma. Finalmente, las emisiones de quemas agrícolas, han sido asignadas a las áreas geográficas de cada municipio definidas con uso de suelo agrícola, destacando visualmente los municipios que cuentan con superficies territoriales menores, y no aquellos que en conjunto sus porciones de tierra agrícola suman la mayor cantidad de emisiones.

Figura 38. Distribución espacial de emisiones de CO de fuentes fijas, fuentes móviles y la categoría de quemas agrícolas de las fuentes de área.



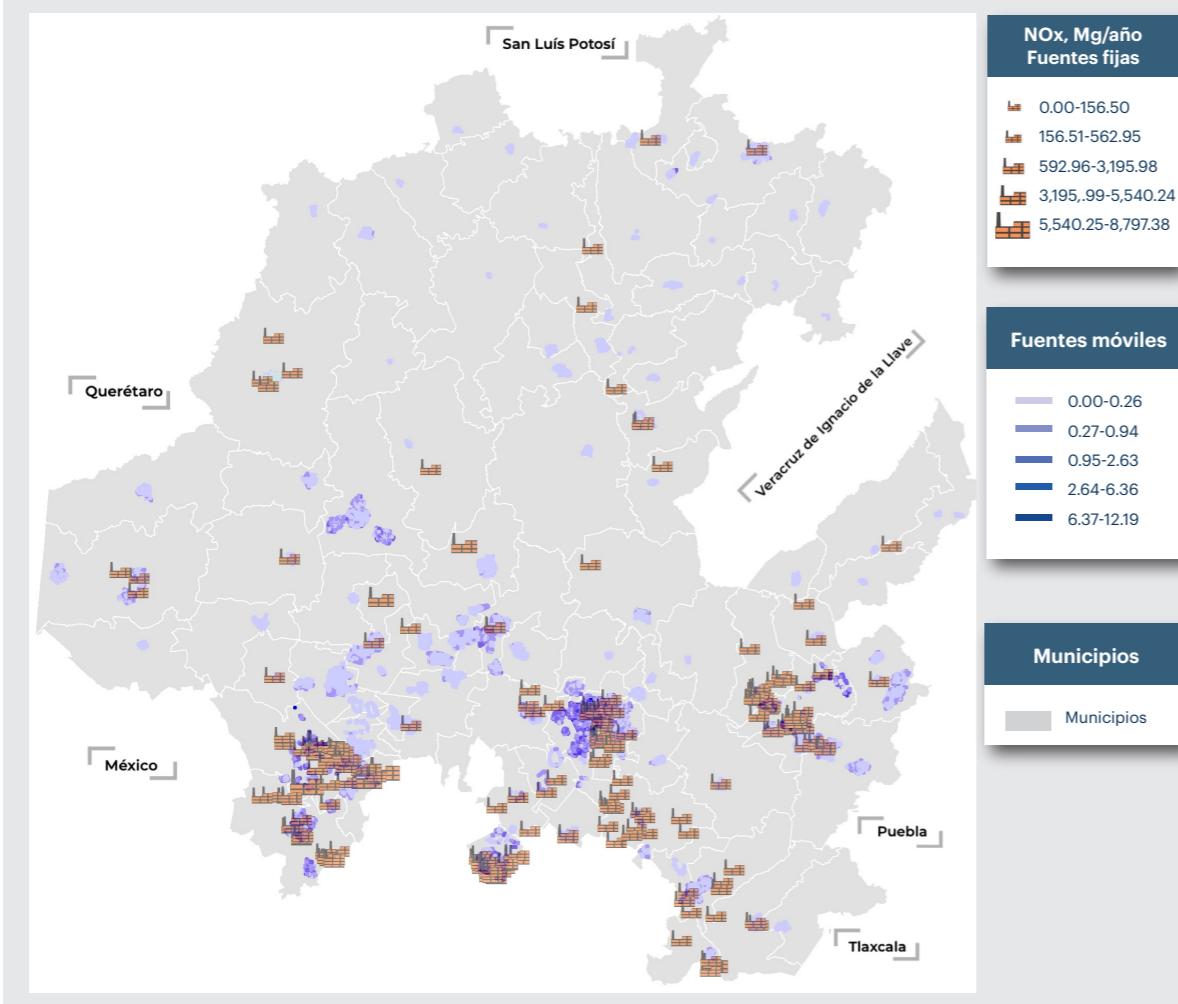
Nota: La cantidad de CO liberado por las industrias es hasta 8 veces más que lo que se libera en las quemas agrícolas, y 180 veces más de lo que se genera en fuentes móviles.

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de NOx proveniente de fuentes fijas y móviles, se muestran en la Figura 39, se observa que la mayor cantidad de NOx liberado por fuentes fijas se encuentra en la zona de los municipios

de Atitalaquia y Tula de Allende, mientras que para fuentes móviles, destacan las emisiones de NOx en los municipios de Pachuca y Mineral de la Reforma.

Figura 39. Distribución espacial de emisiones de NOx de fuentes fijas y fuentes móviles.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Las emisiones de COV provenientes de las categorías de aguas residuales, rellenos sanitarios y manejo y distribución de combustibles se muestran en la Figura 40.

De la categoría de manejo y distribución de combustibles, se observa la gran cantidad de establecimientos presentes en el estado,

destacando las emisiones de éstas en las regiones de los municipios de Tula, Tepeji del Río, Pachuca, Mineral de la Reforma, Tizayuca y Tulancingo de Bravo.

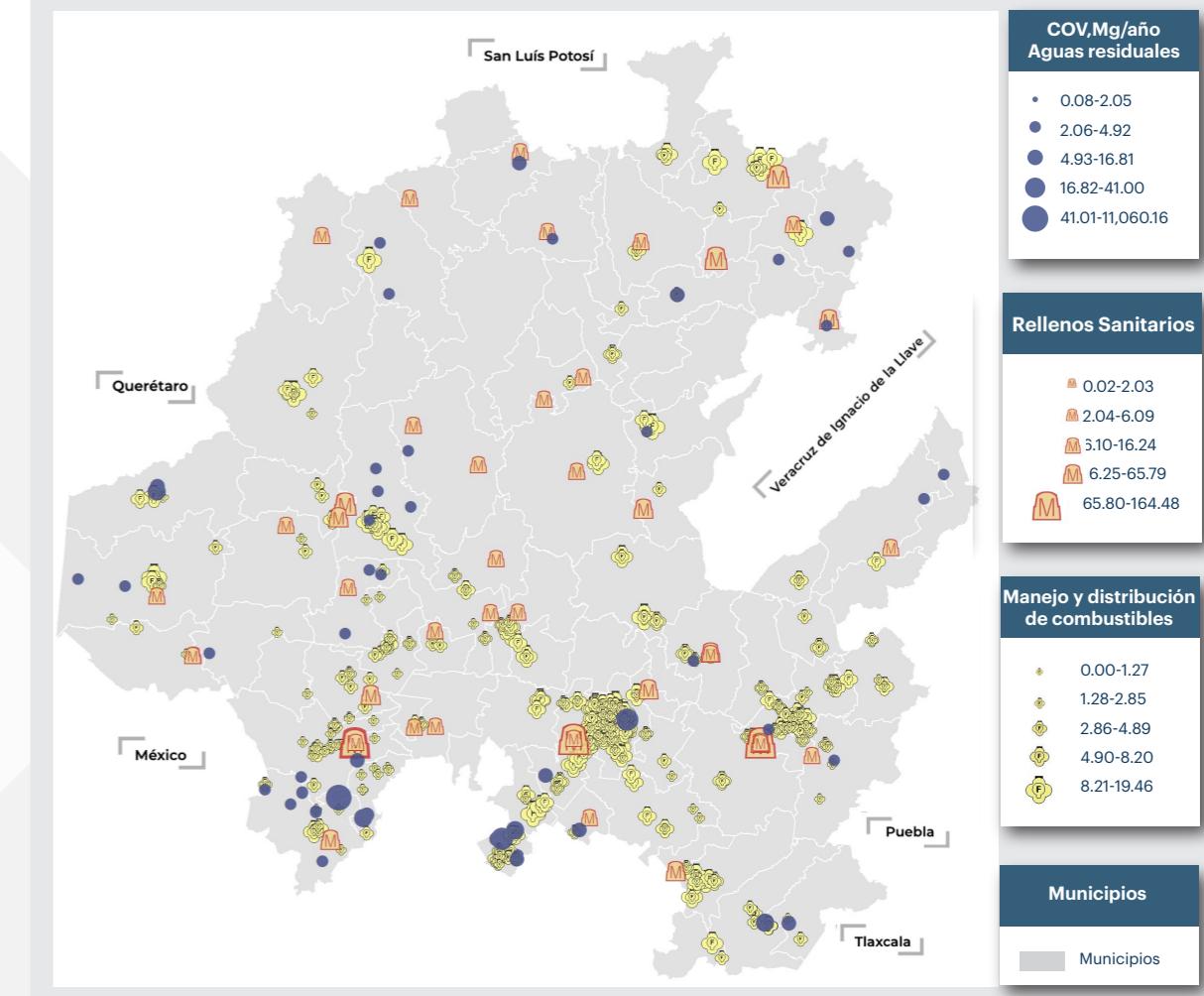
Referente a la categoría de aguas residuales, destaca la generación de COV en el municipio de Atotonilco de Tula, donde se

encuentra la planta tratadora de aguas más grande de México.

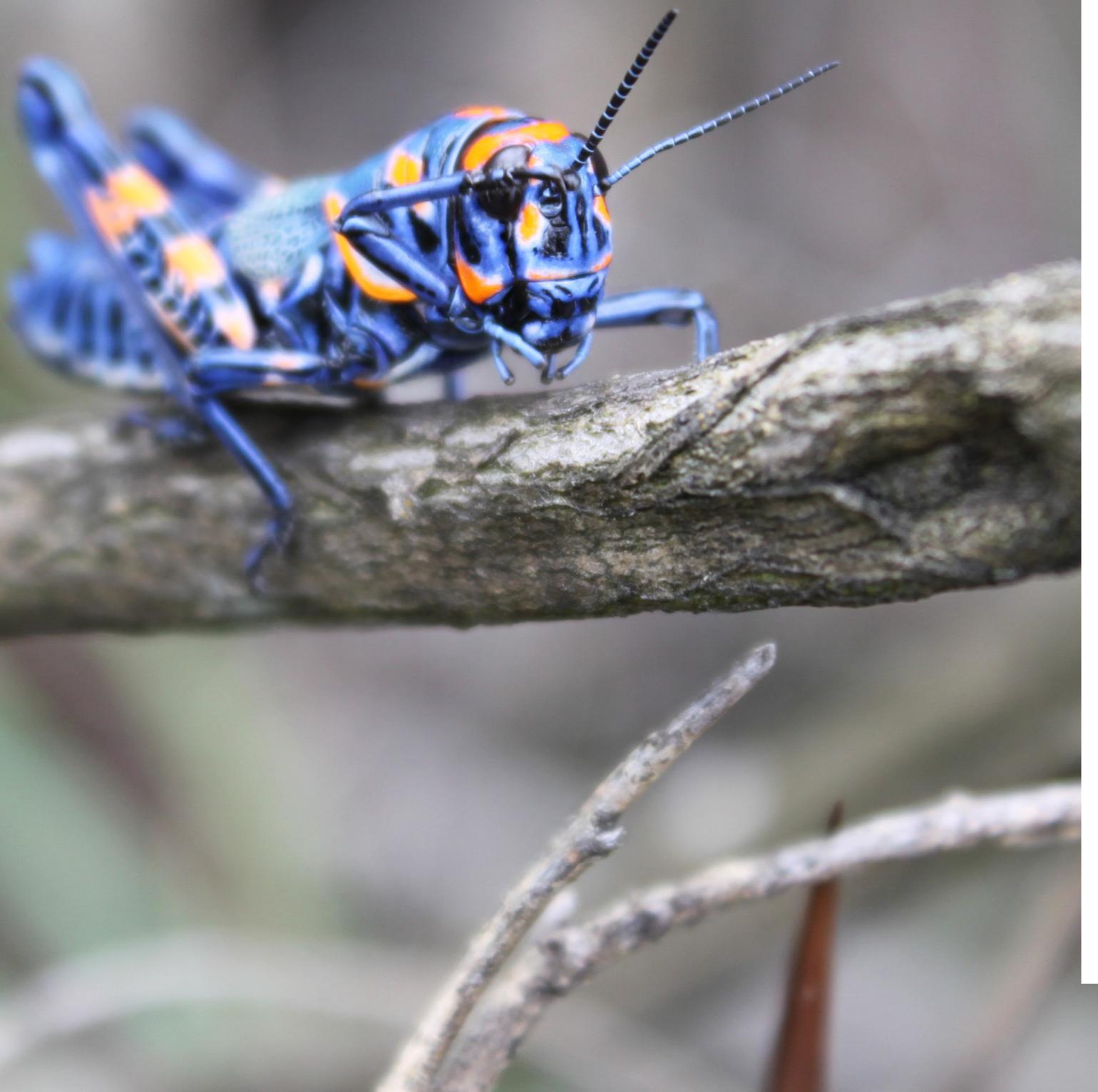
Finalmente las emisiones de COV de los rellenos sanitarios son significativas en

Pachuca, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Tula de Allende, Ixmiquilpan y Huejutla de Reyes.

Figura 40. Distribución espacial de emisiones de COV de las categorías de aguas residuales, rellenos sanitarios y manejo y distribución de combustibles.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.



## 9. CONCLUSIONES

**S**e logró la actualización del inventario de emisiones a la atmósfera para el Estado de Hidalgo, con año base 2018. A continuación se presenta un resumen de los principales hallazgos:

- ✓ El Inventario de Emisiones Contaminantes del Estado de Hidalgo, año base 2018, se realizó por fuente y categoría de emisión, tipo de contaminante y municipio, desagregando las emisiones en forma espacial y temporal. Se inventariaron 23 fuentes fijas, 33 fuentes de área, 10 fuentes móviles carreteras, 4 fuentes móviles no carreteras y 2 fuentes naturales.
- ✓ El balance de energía para el estado durante el año 2018 muestra que se consumen 198.3 PJ, lo que representa el 3.7% de la energía utilizada a nivel nacional. Por sector, la industria consume el 66.5% de la energía total, seguida del autotransporte con el 23.5% y el uso doméstico con el 9.2%. Por tipo de combustible, el combustóleo pesado genera el 37.4% de la energía consumida en Hidalgo, seguido por el gas natural con el 17.3%, la gasolina con 13.4% y el diésel con el 10.3%.
- ✓ Los resultados de emisión de las fuentes fijas contribuyen con 99.3% de la emisión del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y 27.7% de los óxidos de nitrógeno (NOx). Las fuentes de área son las principales emisoras de PM10 y PM2.5, en 67.6% y 59.3%, respectivamente, de amoniaco (NH<sub>3</sub>) 98.2%, así como 99.2% de metano (CH<sub>4</sub>) y 57.2% de carbono negro (CN). Las fuentes móviles emiten el 47.5% del monóxido de carbono (CO) y el 29.3% de NOx. Las fuentes naturales contribuyen con 63.4% de compuestos orgánicos volátiles (COV) y 31.5% de los NOx, los cuales provienen de la actividad biogénica.
- ✓ Las partículas PM10 y PM2.5 se generan principalmente en el estado por caminos pavimentados y no pavimentados, la combustión doméstica, quemas agrícolas, la generación de energía eléctrica, la industria del petróleo y petroquímica y la labranza. Los SO<sub>2</sub> provienen en un 95.4% de la generación de energía eléctrica e industria del petróleo y petroquímica. En cuanto a la emisión de COV y NOx, la actividad biogénica es la principal (63.4% y 31.5%, respectivamente). Referente a la actividad antropogénica, los COV son emitidos en mayor cantidad por la combustión doméstica, las aguas residuales, el manejo y distribución de las L.P. y los vehículos

automotores; mientras que para los NOx las principales categorías son la industria del cemento, generación de energía eléctrica y vehículos automotores. El CO se emite en mayor cantidad por la combustión doméstica y vehículos automotores. El CH4 proviene en su mayoría del tratamiento de aguas residuales, las emisiones ganaderas y los rellenos sanitarios. La generación de carbono negro se da principalmente por las quemas agrícolas, la combustión doméstica de leña y la generación de energía eléctrica.

✓ Por municipio

- Tula de Allende es el municipio con mayores emisiones de PM10 (16.6%), PM2.5 (23.4%), SO2 (56.3%), NOx (19.4%) y carbono negro (21.9%) debido, principalmente, por la generación de energía eléctrica e industria cementera.
- Pachuca de Soto tiene emisiones importantes de PM10 (8.9%), PM2.5 (5.4%), por caminos pavimentados y no pavimentados, así como la combustión doméstica de leña, además de CO (12.6%), NOx (4.9%), COV (3.9%), CH4 (4.7%) y CN (4.5%) por vehículos automotores, quemas agrícolas y rellenos sanitarios.
- Atitalaquia tiene emisiones importantes de SO2 (39.3%) y CN (3.8%) provenientes principalmente de la industria del petróleo y petroquímica.
- Atotonilco de Tula. Se emite el 44.0% de CH4 generado en el estado, destacando en este municipio las categorías de aguas residuales y emisiones ganaderas; el 6.6% de NOx (cemento, biogénicas y tractocamiones) y 7.18% de COV (aguas residuales, cemento, biogénicas).

- Tulancingo de Bravo. Se genera 4.6% de PM10 (caminos pavimentados y no pavimentados), 6.0% de CO (combustión doméstica y automóviles particulares).
- Tlanchinol. Se emite la mayor cantidad de COV (7.2%) por emisiones biogénicas.
- Tecozautla es el principal emisor de amoniaco (12.3%) por emisiones ganaderas.
- Tizayuca. Se emite en forma importante NH3 (6.5%) y CH4 (6.5%) por la actividad ganadera y la combustión doméstica.

Los resultados de emisiones son proporcionales con el balance energético realizado. La mayor cantidad de emisiones contaminantes se concentra en el sector industrial, de transporte y municipios más poblados, siendo congruente con la cantidad y tipo de combustible consumido por estos sectores.

Otros municipios sobresalen en sus emisiones por concentrar actividades como el tratamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios, sin que necesariamente se generen en ellos estos residuos, así como por fuentes naturales, principalmente las biogénicas, al tener amplias superficies con cubierta vegetal.





## 10. RECOMENDACIONES

### 10.1. FUENTES FIJAS

- ✓ Mantener actualizado el padrón industrial de jurisdicción estatal, a través de las licencias y Cédula de Operación Anual (COA).
- ✓ Fortalecer el contenido técnico de la COA estatal, manteniendo información relevante como: diagrama de flujo, consumos de combustibles por equipo, características del equipo de combustión, equipos de control, entre otros parámetros.
- ✓ Fortalecer la gestión para el cumplimiento por parte de la industria de la entrega de la COA.
- ✓ Continuar con la regulación con ladrilleras y entrega de su COA.
- ✓ Mantener la regulación en el sector de extracción/beneficio minerales no metálicos y la entrega de su COA.
- ✓ Capacitar al industrial de manera permanente en la forma de reportar la información de su industria mediante la COA, para mejorar la calidad de la información entregada.

### 10.2. FUENTES MÓVILES CARRETERAS

- ✓ Actualizar de forma anual el padrón vehicular, considerando los siguientes puntos:
  - Incluir información de motocicletas en el padrón vehicular, dado que es una categoría en constante crecimiento.

Generar y actualizar anualmente los padrones de transporte público, considerando todas las características técnicas del vehículo (marca, submarca, año modelo, tipo de combustible y mantenimiento), así como su actividad vehicular indicando la ruta desplazamiento.

- ✓ Realizar en forma periódica, estudios para obtener información de actividad vehicular actualizada, referente a la distancia recorrida por tipo de vehículo, consumo de combustible, aforos vehiculares y velocidades de circulación.

### 10.3. FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS

- ✓ Recopilar información de campo de las categorías de maquinaria agrícola y de construcción, debido a que esta información es escasa y se tiene que acudir a consideraciones para estimar las emisiones.
- ✓ Actualizar de forma anual la información de las terminales de autobuses, generando una base de datos con la actividad vehicular y las características técnicas de los autobuses.
- ✓ Generar registros de la operación de locomotoras en el Estado.

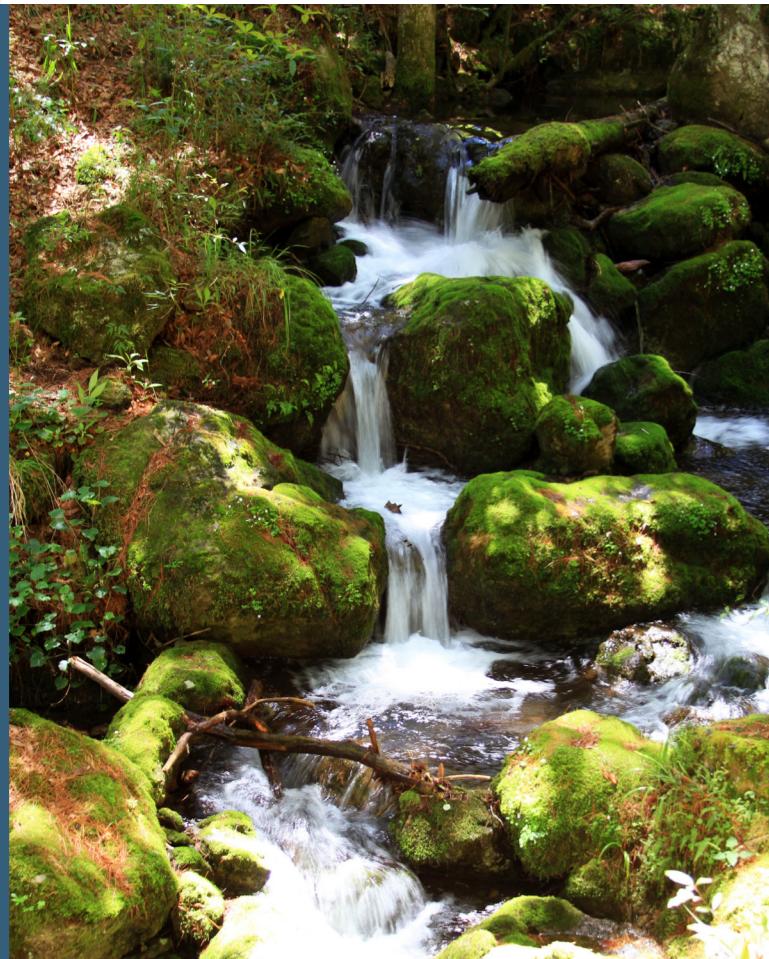
### 10.4. FUENTES DE ÁREA

- ✓ Establecer convenios y/o mecanismos de colaboración de forma continua, con las autoridades municipales respecto a información de fuentes de su jurisdicción.
- ✓ Generar información por parte de los municipios respecto a las fuentes de su jurisdicción.
- ✓ Generar una base de datos conjuntamente entre SEMARNATH y los municipios, que albergue la información insumo para las actualizaciones de los inventarios.

### 10.5. FUENTES NATURALES

- ✓ Actualizar periódicamente la información de uso de suelo y cobertura vegetal de la zona de estudio.
- ✓ Actualizar de forma anual los datos de meteorología.



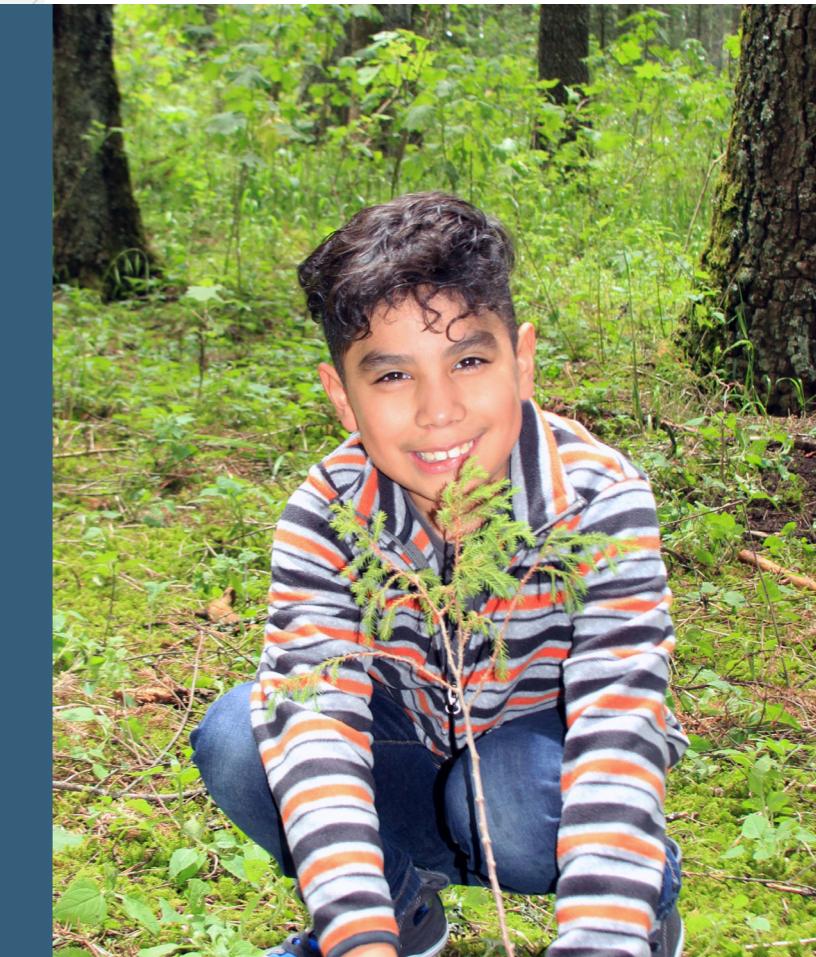


## 11. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- CEAA** Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo.
- CH4** Metano.
- CMAP** Catálogo de Clasificación Mexicana de Actividades y Productos.
- CN** Carbono negro.
- COA** Cédula de Operación Anual.
- CO** Monóxido de carbono.
- CONAPO** Consejo Nacional de Población.

- COV** Compuestos orgánicos volátiles.
- DENUE** Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.
- EIIP** Emissions Inventory Improvement Program. Programa para el mejoramiento del Inventario de Emisiones.
- EIPMM** Emissions Inventory Program Manuals, Mexico. Manual del Programa del Inventario de Emisiones, México.
- FE** Factor de emisión.
- FMNC** Fuentes móviles no carreteras.
- GloBEIS** Global Biosphere Emissions and Interactions System.
- GLP** Gas licuado de petróleo.
- GN** Gas natural.
- INECC** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- INEGI** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEM** Inventario Nacional de Emisiones de México.
- Km** Kilómetros.
- LGEEPA** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Mg** Mega gramos
- MSNM** Metros sobre nivel del mar.
- MOVES** Motor Vehicule Emissions Simulator: Simulador de Emisiones de Vehículos de Motor.
- NH3** Amoniaco.
- NOx** Óxidos de nitrógeno.
- O3** Ozono.
- PAR** Photosynthetically Active Radiation, por sus siglas en inglés.
- PEMEX** Petróleos Mexicanos.
- PJ** Petajoules.
- PIB** Producto Interno Bruto.

- PM<sub>10</sub>** Partículas menores a 10 micrómetros.
- PM<sub>2.5</sub>** Partículas menores a 2.5 micrómetros.
- ProAire** Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire.
- SAGARPA** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SINERHIAS** Subsistema de Información de Equipamiento, Recursos humanos e Infraestructura para la Atención de la Salud.
- SCIAN** Sistema de Clasificación Industrial para América del Norte.
- SCT** Secretaría de Comunicaciones y Transporte.
- SEMARNAT** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNATH** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo.
- SENER** Secretaría de Energía.
- IAP** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- SSH** Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo.
- SO<sub>2</sub>** Dióxido de azufre.
- USEPA** United States Environmental Protection Agency: Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos.



## 12. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Área geoestadística** Área geográfica ocupada por una cantidad de básica habitantes mayor o igual a 2,500.

**Año base** Año de referencia para calcular los elementos necesarios y conocer la cantidad de emisiones generadas.

**Atmósfera** Capa gaseosa que rodea la Tierra. Se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre.

**Calidad del aire** Análisis de los distintos elementos presentes en el aire con el fin de determinar la idoneidad de sus concentraciones sin causar daños a los organismos o materiales.

**Cédula de Operación Anual** Documento técnico de reporte que entrega el sector industrial a las autoridades federales o estatales, según la jurisdicción del establecimiento. Este reporte técnico incluye la descripción de la operación técnica del establecimiento.

**Combustión** Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

**Concentración** Magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen.

**Contaminante atmosférico** Sustancia presente en el aire que en altas concentraciones puede causar daños a organismos o materiales.

**Contaminante criterio** Son los principales contaminantes que afectan a la salud humana y a los ecosistemas.

**Control de emisiones** Conjunto de medidas o equipos orientadas a la reducción de emisiones de contaminantes al aire.

**Desnitrificación** Reducción de nitratos o nitritos convirtiéndolos en óxidos de nitrógeno, amoníaco y nitrógeno libre mediante determinados microorganismos.

**Emisión** Descarga de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes de emisión naturales o antropogénicas.

**Factor de emisión** Relación observada entre la cantidad emitida de contaminante y energía consumida.

**Fuentes de área** Aquellas fuentes de emisión que son muy pequeñas, numerosas y dispersas, lo cual dificulta que puedan ser incluidas como fuentes puntuales o fijas.

**Fuentes fijas** Son establecimientos industriales que liberan emisiones en puntos fijos.

**Fuentes móviles** Cualquier vehículo que utiliza combustibles fósiles para su propulsión.

**Fuentes móviles no carreteras** Incluyen todo el equipo automotor o portátil cuya operación en caminos públicos está prohibida, ejemplo: equipo utilizado en actividades de construcción y agrícolas, aeronaves y locomotoras.

**Gases de efecto invernadero (GEI)** Son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero.

**Inventario de emisiones** Relación de cantidades cuantificadas de emisiones contaminantes de acuerdo a su fuente emisora.

**Medio ambiente** Sistema constituido por elementos bióticos y artificiales en modificación permanente por la acción humana o natural que rigen la existencia del mismo.

**Modelo mecanístico** Son modelos realistas de una parte de un determinado sistema natural o de un comportamiento determinado, en los que existe una relación entre las variables del modelo y las observaciones del fenómeno natural del modelo.

**Programa de Calidad del Aire** Documento que contiene estrategias, medidas y acciones para controlar o reducir las emisiones originadas por las distintas fuentes.

**Sector económico** Parte de la actividad económica de un área de interés, también llamados sectores de ocupación, se dividen de acuerdo a su actividad: primario (el que obtiene productos directamente de la naturaleza), secundario (el que transforma materias primas en productos terminados o semi elaborados) y terciario (o sector servicios el que no produce bienes, sino servicios).

**Uso de suelo** Propósito específico al que está asignado un terreno o área.

**Zona de estudio** Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites geopolíticos.



## 13. BIBLIOGRAFÍA

DENUE. (2020). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado el 26 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

DOF. (2015). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ene. 1998. Última Reforma: Ene., 2015.

Gobierno del Estado de Hidalgo. (2018). Inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2016.

Gobierno del Estado de Hidalgo. (2011). Inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2011.

INE, & SEMARNAT. (2008). Manuales para la elaboración y uso de inventarios de emisiones. INE, SEMARNAT, & Western, G. A. (2005). Guía de elaboración y uso de inventario de emisiones.

INEGI (2020). Información por entidad. Recuperado el 8 de noviembre de 2020. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/poblacion/densidad.aspx?tema=me&e=13>

INEGI (2019). Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad. Recuperado el 10 de enero de 2021. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/AEGPEF\\_2019/702825192242.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2019/702825192242.pdf)

INEGI (2019). Cuentas Nacionales. Producto Interno Bruto por entidad federativa, año base 2013 y reportado 2019. Recuperado el 6 de diciembre de 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=17&vr=6&in=2&tp=20&wr=1&cno=2>

INEGI (2018). Vehículos de motor registrados en circulación. Recuperado el 4 de noviembre de 2020. Disponible en: [www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est](http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est)

INEGI (2017). Anuario Estadístico y Geográfico de Hidalgo 2017. Recuperado el 4 noviembre de 2020. Disponible en: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825095093.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095093.pdf)

POE (2018). Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo. Última Reforma publicada en el periódico oficial: 2 de julio de 2018. Recuperado el 10 de diciembre de 2018. Disponible en: <http://transparencia.hidalgo.gob.mx/descargables/dependencias/mambiente/4normatividad.pdf>

Radian, I. L., INE-SEMARNAT, USEPA, & Western, G. A. (1997). Manuales del programa de inventario de emisiones de México. México.

SE (2015). Información económica y estatal de Hidalgo. Secretaría de Economía. Recuperado el 4 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43794/Hidalgo.pdf>

SEMARNAT (2008, 2013, 2016). Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio 2008 2013 y 2016. Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Recuperado el 8 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones>

SEMARNAT, DGGCARETC. DATGEN Federal del Estado de Hidalgo, año de actividad 2018. SEMARNATH. Cédulas de Operación Anual, año de actividad 2018.

SENER (2019). Balance Nacional de Energía 2018. Secretaría de Planeación y Transición Estratégica. P.p. 136. Recuperado el 10 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/sener/documentos/balance-nacional-de-energia>.

SMN (2020). Servicio Meteorológico Nacional. Datos meteorológicos proporcionados por el SMN del año 2018 de las estaciones presentes en el estado de Hidalgo.

UNE-EN (2000). Sistemas de Gestión de Calidad, fundamentos y vocabulario (ISO: 9000:2000).

UNE-EN (2000). Sistemas de Gestión de Calidad, requisitos (ISO: 9001:2000).

USEPA. Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Recuperado el 2 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>

USEPA (2014). Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES). User Guide for MOVES2014a. United States Environmental Protection Agency. EPA-420-B-10-036. August 2010.

USEPA, U. (Diciembre de 2018). Moves and Other Mobile Source Emissions Models. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de United States Environmental Protection Agency. Disponible en: <https://www.epa.gov/moves>

USEPA (2014). Technical Guidance on the Use of MOVES2014 for Emission Inventory Preparation in State Implementation Plans and Transportation Conformity. United States Environmental Protection Agency. EPA-420-B-10-023. April 2010.



## ANEXO I. INVENTARIO DE EMISIÓNES POR CATEGORÍA

Cuadro 15. Emisiones de contaminantes por categoría.

Categoría	Emisiones Mg/año								
	PM10	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Total	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.1	0.1	NE	NE	NE	1.0	NE	NE	NE
Alimentos y bebidas	29.2	18.6	100.6	40.1	100.3	3.5	1.2	1.0	0.6
Asbesto	0.0	0.0	NE	0.0	0.0	NE	NE	NE	NE
Automotriz	1.9	1.1	7.5	26.3	157.1	69.4	0.5	0.1	NE
Cal	127.8	27.1	617.6	47.1	340.8	3.7	1.8	1.5	NE
Celulosa y papel	17.6	17.4	1.3	182.6	477.1	13.0	7.0	5.0	NE
Cemento	485.9	307.4	6,535.0	6,535.0	11,230.6	814.0	4.8	5.7	NE
Derivados del petróleo y carbón	1.4	0.7	1.8	2.9	9.2	0.2	0.3	NS	NS
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	674.5	104.7	NS	NS	NS	NS	NE	NE	NE
Generación de energía eléctrica	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5	290.0
Industria de la madera	8.7	7.1	NE	NS	NS	45.3	NE	NS	NE
Industria textil	35.0	23.9	545.6	31.2	95.5	2.7	1.7	1.5	1.4
Manejo de desechos y remediación	NS	NE	NS	NS	0.2	NS	NE	NE	NE
Metálico	0.3	0.3	NE	1.1	1.9	21.5	NE	NS	NE
Metalúrgica y siderúrgica	296.1	225.5	127.0	89.1	191.2	49.4	3.2	5.7	0.9
Mezclas químicas	1.2	0.9	NS	1.0	1.3	15.3	NS	NS	NS
Minerales no metálicos	22.7	13.8	NS	6.5	7.8	51.6	0.2	0.2	NS
Papel y cartón	0.2	0.2	NS	0.3	1.6	NE	NE	NS	NE
Petróleo y petroquímica	1,073.2	835.7	79,636.4	904.8	2,769.2	2,200.8	51.9	28.4	50.1
Pinturas y tintas	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5	290.0
Plástico y hule	0.2	0.2	NS	0.1	0.2	NS	NS	NS	NE
Química	69.5	54.7	28.2	51.6	96.3	286.0	1.2	2.4	0.8
Tratamiento de residuos peligrosos	0.1	0.1	NS	0.6	1.1	NE	NS	NS	NE

Categoría	Emisiones Mg/año									
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN	
Total	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9	
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.1	0.1	NE	NE	NE	1.0	NE	NE	NE	
Alimentos y bebidas	29.2	18.6	100.6	40.1	100.3	3.5	1.2	1.0	0.6	
Asbesto	0.0	0.0	NE	0.0	0.0	NE	NE	NE	NE	
Automotriz	1.9	1.1	7.5	26.3	157.1	69.4	0.5	0.1	NE	
Cal	127.8	27.1	617.6	47.1	340.8	3.7	1.8	1.5	NE	
Celulosa y papel	17.6	17.4	1.3	182.6	477.1	13.0	7.0	5.0	NE	
Cemento	485.9	307.4	6,535.0	6,535.0	11,230.6	814.0	4.8	5.7	NE	
Derivados del petróleo y carbón	1.4	0.7	1.8	2.9	9.2	0.2	0.3	NS	NS	
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	674.5	104.7	NS	NS	NS	NS	NE	NE	NE	
Generación de energía eléctrica	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5	290.0	
Industria de la madera	8.7	7.1	NE	NS	NS	45.3	NE	NS	NE	
Industria textil	35.0	23.9	545.6	31.2	95.5	2.7	1.7	1.5	1.4	
Manejo de desechos y remediación	NS	NE	NS	NS	0.2	NS	NE	NE	NE	
Metálico	0.3	0.3	NE	1.1	1.9	21.5	NE	NS	NE	
Metalúrgica y siderúrgica	296.1	225.5	127.0	89.1	191.2	49.4	3.2	5.7	0.9	
Mezclas químicas	1.2	0.9	NS	1.0	1.3	15.3	NS	NS	NS	
Minerales no metálicos	22.7	13.8	NS	6.5	7.8	51.6	0.2	0.2	NS	
Pepel y cartón	0.2	0.2	NS	0.3	1.6	NE	NE	NS	NE	
Petróleo y petroquímica	1,073.2	835.7	79,636.4	904.8	2,769.2	2,200.8	51.9	28.4	50.1	
Pinturas y tintas	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5	290.0	
Plástico y hule	0.2	0.2	NS	0.1	0.2	NS	NS	NS	NE	
Química	69.5	54.7	28.2	51.6	96.3	286.0	1.2	2.4	0.8	
Tratamiento de residuos peligrosos	0.1	0.1	NS	0.6	1.1	NE	NS	NS	NE	
Combustión agrícola	434.1	434.1	404.9	1,331.8	6,170.1	1.0	29.6	12.2	65.2	
Combustión comercial	6.1	6.1	0.8	50.1	87.9	3.1	NE	1.3	0.4	
Combustión doméstica	5,451.3	5,249.7	158.8	63,585.8	2,299.5	13,974.5	NE	4,969.6	374.3	
Combustión industrial	3.6	2.2	0.3	23.6	60.7	1.3	1.4	0.5	0.6	
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	413.7	NA	NA	NA	
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	115.2	NA	NA	NA	

Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	18.7	NA	NA	NA
Limpieza Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,793.5	NA	NA	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	746.8	NA	NA	NA
Pintura vial	NA	NA	NA	NA	NA	NA	133.1	NA	NA	NA
Recubrimiento en Superficies Arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,774.7	NA	NA	NA
Recubrimiento en Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	392.8	NA	NA	NA
Uso Doméstico de Solventes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,194.3	NA	NA	NA
Manejo y Distribución de Gas LP	NA	NA	NA	NA	NA	NA	8,594.5	NA	NA	NA
Manejo y Distribución de Combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,117.2	NA	NA	NA
Actividades de la construcción	463.7	46.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Asado al carbón	135.3	108.0	NA	269.5	5.0	17.4	NA	NA	4.0	
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	161.5	NA	NA	-
Aplicación fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,233.9	NA	NA
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	143.5	NA	NA	NA
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15,064.8	32,230.2	NA
Corrales de engorda	135.9	15.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Labranza	3,496.6	775.2	NA	NA	NA	NA	NE	NA	NA	NA
Quemas agrícolas	3,376.2	3,241.2	82.5	27,149.9	965.6	2,887.3	543.1	1,110.0	448.6	
Quemas a cielo abierto	59.6	54.6	1.6	133.3	9.4	13.4	NA	20.4	6.6	
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	11,242.4	NA	39,944.0	NA
Caminos pavimentados y no pavimentados	15,229.0	1,615.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de NH <sub>3</sub>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,577.7	NA	NA
Esterilización de Material Hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.1	NA	NA	NA
Incendios en construcción	0.4	0.4	NA	6.6	0.2	0.4	NA	NA	NA	NA
Incendios forestales	116.2	98.5	10.5	1,156.1	34.1	80.8	11.6	46.4	7.1	
Ladrilleras	64.8	62.4	0.7	472.9	4.9	428.7	NA	NA	4.2	
Rellenos sanitarios	NA	NA	NA	NA	0.2	547.0	NA	11,526.6	NA	

NA\_No aplica; NS\_No significativo; NE\_No estimado por falta de factores de emisión.  
 Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

## ANEXO II. INVENTARIO DE EMISIÓNES POR FUENTE POR MUNICIPIO POR CATEGORÍA

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Pisaflores	169.0	54.2	1.2	421.5	16.4	148.8	119.7	120.19	3.5
Progreso de Obregón	280.5	107.3	4.7	815.7	66.1	329.9	89.0	200.99	10.0
Mineral de la Reforma	1,454.7	497.5	14.2	4,286.0	186.2	2,248.3	263.9	418.80	32.9
San Agustín Tlaxiaca	466.2	191.7	15.1	1,394.3	214.5	429.2	195.4	282.78	22.8
San Bartolo Tutotepec	106.1	54.7	1.4	493.1	20.0	176.9	151.6	237.62	4.0
San Salvador	353.0	181.4	21.0	1,397.6	310.1	393.1	215.8	578.10	17.1
Santiago de Anaya	183.3	83.3	11.9	607.0	177.9	175.5	124.7	333.79	7.5
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	320.0	122.1	4.9	1,022.4	68.8	587.5	195.6	3,109.65	7.7
Singuilucan	530.2	272.5	10.8	2,413.3	175.2	406.1	253.0	412.79	16.6
Tasquillo	201.9	79.2	9.5	573.5	135.6	187.4	131.9	336.42	6.8
Tecozaulca	380.8	163.4	15.3	1,217.9	225.7	404.5	2,817.4	575.21	14.9
Tenango de Doria	116.8	53.4	1.4	470.8	19.8	175.7	95.6	141.11	3.8
Tepeapulco	646.7	232.0	9.7	1,983.8	144.0	1,183.9	169.7	373.51	10.0
Tepehuacán de Guerrero	103.5	65.1	1.9	667.8	25.0	238.0	144.1	160.99	4.7
Tepeji del Río de Ocampo	627.7	279.0	19.2	2,401.1	281.7	1,380.9	616.3	903.65	24.2
Tepetitlán	116.3	64.6	5.2	523.0	75.0	126.6	124.0	386.85	7.2
Tetepango	111.5	55.2	5.3	448.0	78.0	148.4	65.9	145.78	5.7
Villa de Tezontepec	189.1	81.0	3.4	631.1	51.7	193.2	213.0	291.68	6.7
Tezontepec de Aldama	485.6	241.8	18.6	1,863.1	267.6	659.2	278.3	771.49	24.1
Tianguistengo	80.3	40.3	1.1	378.6	14.6	137.2	70.6	104.56	2.9
Tizayuca	826.7	344.6	10.4	3,121.8	150.1	2,053.1	1,472.3	5,825.35	22.4
Tlahuelilpan	209.0	75.8	3.9	579.5	57.3	256.3	93.0	416.77	4.5
Tlahuitlapa	67.8	33.2	0.9	301.7	12.7	101.2	60.1	113.48	2.4
Tlanalapa	169.6	65.0	3.7	528.5	62.0	178.6	70.2	198.33	2.1
Tlanchinol	174.1	90.3	2.3	849.7	32.7	323.6	240.5	213.70	6.3
Tlaxcoapan	208.2	89.1	8.1	733.6	123.0	401.1	142.6	499.47	6.7
Tolcayuca	214.4	112.4	4.9	865.3	66.2	268.2	543.0	317.41	15.5
Tula de Allende	1,211.7	418.1	24.3	3,290.6	361.6	1,569.1	445.5	3,505.47	30.9
Tulancingo de Bravo	1,790.6	576.6	22.3	4,437.8	311.4	2,302.0	786.2	1,714.11	38.1
Xochiatipan	97.6	53.4	1.8	452.4	24.5	156.5	109.2	118.43	4.2
Xochicoatlán	63.8	27.2	0.6	224.3	8.6	80.1	51.5	99.65	1.9
Yahualica	105.4	60.8	1.8	557.5	23.5	214.5	131.2	85.95	4.7
Zacualtipán de Ángeles	273.2	93.2	2.3	830.9	35.4	492.1	75.0	133.25	5.3
Zapotlán de Juárez	247.3	115.3	5.5	896.5	79.8	345.9	117.1	266.54	13.3
Zempoala	697.4	308.7	16.2	2,332.9	238.8	621.8	1,112.0	535.52	30.0
Zimapán	377.6	118.5	7.1	961.6	106.7	429.2	158.2	153.79	7.0
<b>Total</b>	<b>28,972.8</b>	<b>11,709.9</b>	<b>660.2</b>	<b>94,179.5</b>	<b>9,637.3</b>	<b>49,798.7</b>	<b>22,462.0</b>	<b>89,861.3</b>	<b>910.9</b>

Cuadro 21. Emisión de contaminantes de fuentes naturales por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)			
	Erosivas		Biogénicas	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NOx	COV
Acatlán	110.4	16.6	397.2	558.7
Acaxochitlán	59.7	8.9	328.1	514.6
Actopan	67.9	10.2	250.7	348.0
Agua Blanca de Iturbide	31.8	4.8	174.9	458.0
Ajacuba	36.5	5.5	281.6	422.0
Alfajayucan	86.1	12.9	791.0	1,391.0
Almoloya	132.1	19.8	573.1	895.9
Apan	176.6	26.5	762.1	1,176.3
El Arenal	14.3	2.2	189.5	255.2
Atitalaquia	1.0	0.2	106.9	160.7
Atlapexco	45.6	6.8	246.1	4,858.9
Atotonilco el Grande	74.2	11.1	504.1	658.7
Atotonilco de Tula	1.4	0.2	189.5	280.6
Calnali	67.3	10.1	356.5	4,814.1
Cardonal	51.5	7.7	484.2	675.7
Cuautepetl de Hinojosa	3.4	0.5	759.4	1,180.4
Chapantongo	43.0	6.4	481.5	831.0
Chapulhuacán	173.4	26.0	118.9	1,428.4
Chilcuautla	51.4	7.7	391.4	691.4
Eloxochitlán	1.9	0.3	132.7	671.8
Emiliano Zapata	44.6	6.7	198.0	297.0
Epazoyucan	57.9	8.7	244.6	370.2
Francisco I. Madero	25.9	3.9	192.3	288.1
Huasca de Ocampo	100.3	15.0	364.1	501.4
Huautla	1.3	0.2	555.3	8,487.2
Huazalingo	1.4	0.2	325.9	1,886.9
Huehuetla	9.5	1.4	296.0	1,660.3
Huejutla de Reyes	5.5	0.8	1,289.1	6,125.3
Huichapan	118.5	17.8	1,095.6	1,939.6
Ixmiquilpan	53.6	8.0	1,035.9	1,968.5
Jacala de Ledezma	3.8	0.6	153.4	307.3
Jaltocán	0.2	0.0	93.9	427.9
Juárez Hidalgo	0.9	0.1	61.8	683.7
Lolotla	5.3	0.8	125.9	1,884.2
Metepec	1.9	0.3	280.3	540.3
San Agustín Metzquititlán	79.1	11.9	145.6	211.7
Metztitlán	52.5	7.9	399.1	880.9
Mineral del Chico	38.8	5.8	116.6	220.1
Mineral del Monte	16.6	2.5	24.9	58.3
La Misión	4.2	0.6	182.8	706.1
Mixquiahuala de Juárez	22.5	3.4	365.5	635.5
Molango de Escamilla	1.3	0.2	92.2	2,385.1
Nicolás Flores	17.4	2.6	332.1	719.5
Nopala de Villagrán	80.3	12.0	743.7	1,278.9
Omitlán de Juárez	21.0	3.1	76.1	129.8
San Felipe Orizatlán	33.6	5.0	696.2	5,132.7
Pacula	2.6	0.4	115.5	347.2

Municipio	Emisiones (Mg/año)			
	Erosivas		Biogénicas	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NOx	COV
Pachuca de Soto	3.1	0.5	143.4	225.4
Pisaflores	16.2	2.4	92.2	1,477.1
Progreso de Obregón	23.4	3.5	146.9	255.1
Mineral de la Reforma	103.0	15.4	157.7	236.8
San Agustín Tlaxiaca	7.0	1.0	435.2	648.3
San Bartolo Tutotepec	1.5	0.2	406.9	2,384.0
San Salvador	91.0	13.7	326.8	443.7
Santiago de Anaya	82.9	12.4	309.0	404.9
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	20.8	3.1	141.0	224.7
Singuilucan	149.7	22.5	661.9	1,095.5
Tasquillo	17.4	2.6	337.7	641.2
Tecoautla	74.6	11.2	705.6	1,266.5
Tenango de Doria	20.5	3.1	121.1	543.6
Tepeapulco	87.4	13.1	383.5	608.3
Tepehuacán de Guerrero	8.3	1.2	280.3	2,459.7
Tepeji del Río de Ocampo	83.2	12.5	367.5	519.2
Tepetitlán	24.8	3.7	231.6	407.8
Tetepango	20.8	3.1	84.4	128.6
Villa de Tezontepec	39.3	5.9	191.6	286.9
Tezontepec de Aldama	3.8	0.6	352.0	614.7
Tianguistengo	34.7	5.2	233.8	2,568.5
Tizayuca	8.8	1.3	139.5	209.6
Tlahuelilpan	6.5	1.0	64.9	98.0
Tlahuitlpan	37.6	5.6	243.1	1,266.8
Tlanalapa	1.3	0.2	163.3	249.1
Tlanchinol	10.2	1.5	612.0	12,515.4
Tlaxcoapan	53.9	8.1	76.3	113.6
Tolcayuca	65.4	9.8	220.8	330.2
Tula de Allende	92.2	13.8	601.7	1,042.3
Tulancingo de Bravo	47.2	7.1	329.6	451.3
Xochiatipan	0.7	0.1	248.6	4,495.6
Xochicoatlán	1.3	0.2	91.3	2,065.6
Yahualica	0.7	0.1	249.1	4,934.2
Zacualtipán de Ángeles	2.6	0.4	165.8	2,260.7
Zapotlán de Juárez	49.9	7.5	205.5	309.1
Zempoala	166.8	25.0	722.4	1,112.2
Zimapán	29.7	4.4	623.6	1,606.1
<b>Total</b>	<b>3,518.1</b>	<b>527.7</b>	<b>27,988.9</b>	<b>112,845.3</b>

Cuadro 22. Emisión de contaminantes totales por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Acatlán	507.7	244.4	32.7	2,344.3	906.1	942.5	802.9	1,580.9	21.6
Acaxochitlán	462.7	201.6	41.0	2,469.0	945.6	1,100.0	249.8	487.7	19.5
Actopan	722.8	278.5	27.6	4,078.8	1,039.7	1,450.7	449.6	1,366.5	22.9
Agua Blanca de Iturbide	130.6	44.5	5.5	592.9	303.7	596.4	91.9	216.7	3.5
Ajacuba	305.6	166.5	15.0	1,711.3	568.7	841.1	174.6	588.5	17.9
Alfajayucan	363.9	165.5	18.5	1,446.9	1,173.7	1,691.9	232.1	705.5	19.5
Almoloya	473.7	186.0	8.5	1,703.4	726.1	1,188.6	228.1	503.8	4.1
Apan	988.8	374.5	19.2	3,999.3	1,234.4	2,177.6	323.6	1,965.2	11.5
El Arenal	225.1	114.1	11.6	1,294.3	470.2	660.8	115.7	228.0	11.2
Atitalaquia	1,398.6	982.6	79,652.5	2,935.6	3,533.6	3,184.4	387.3	1,480.6	59.6
Atlapexco	160.1	68.3	3.6	692.8	335.3	5,065.3	122.4	128.1	5.5
Atotonilco el Grande	448.5	146.5	19.3	2,752.8	1,027.6	1,188.2	441.0	464.3	13.3
Atotonilco de Tula	684.4	391.2	627.3	4,989.0	5,899.1	12,782.2	158.1	39,834.0	18.8
Calnali	168.1	61.7	2.3	627.5	414.1	5,029.4	92.2	112.0	4.0
Cardonal	207.9	81.2	10.1	968.2	680.1	895.0	148.3	362.9	6.7
Cuauhtepc de Hinojosa	799.5	364.3	30.7	4,877.3	1,409.6	2,190.5	384.2	741.0	27.7
Chapantongo	194.7	94.3	8.2	905.2	632.5	1,027.8	133.9	249.1	12.7
Chapulhuacán	288.1	93.3	3.3	766.3	203.0	1,678.8	111.9	205.5	5.6
Chilcuautla	238.9	114.5	14.2	1,108.1	637.6	917.4	133.5	435.8	14.1
Eloxochitlán	24.1	10.5	0.7	137.3	148.9	710.4	20.8	48.9	0.8
Emiliano Zapata	430.3	226.7	18.5	1,338.3	1,171.4	593.8	86.0	241.7	18.8
Epazoyucan	337.5	158.6	14.5	1,805.7	659.6	671.4	406.9	225.8	23.6
Francisco I. Madero	389.1	176.2	18.1	2,225.6	577.4	838.9	288.9	989.2	16.5
Huasca de Ocampo	327.9	108.4	14.4	1,505.6	681.7	789.4	385.5	585.4	10.2
Huautla	146.6	76.7	8.7	776.3	722.5	8,712.4	184.0	236.9	6.9
Huazalingo	62.0	34.9	1.8	450.4	375.0	2,017.0	80.0	276.7	2.9
Huehuetla	172.8	84.5	3.0	801.0	365.8	1,922.1	246.9	214.8	6.6
Huejutla de Reyes	794.3	343.6	22.5	5,418.6	1,960.1	7,734.9	486.9	846.1	26.0
Huichapan	756.2	324.3	38.1	3,277.8	1,985.9	2,726.5	727.6	509.1	35.8
Ixmiquilpan	930.4	399.8	49.4	5,285.9	2,207.8	3,398.7	651.2	2,078.6	37.8
Jacala de Ledezma	131.2	56.1	4.6	716.7	273.3	509.7	61.3	106.8	4.6
Jaltocán	58.1	29.3	2.2	420.9	157.8	601.1	53.1	68.2	2.4
Juárez Hidalgo	23.6	10.7	0.4	131.5	73.9	723.6	16.4	37.9	0.8
Lolotla	76.8	38.9	3.8	441.1	335.9	1,992.9	58.4	107.6	3.0
Metepec	265.7	140.2	14.5	1,438.8	556.4	789.6	179.4	567.0	8.9
San Agustín Metzquititlán	199.2	60.5	4.1	690.6	268.2	361.8	48.3	133.5	4.2
Metztitlán	288.0	118.8	10.8	1,297.7	626.5	1,177.2	136.8	174.3	8.5
Mineral del Chico	156.9	52.5	4.8	727.4	254.3	352.6	72.3	119.3	4.8
Mineral del Monte	152.3	51.1	4.7	1,005.2	190.2	326.9	58.0	241.9	3.7
La Misión	75.8	37.9	1.9	405.4	239.4	815.3	54.2	103.2	3.2
Mixquiahuala de Juárez	569.9	294.9	21.7	3,346.3	868.9	1,432.1	273.9	811.6	34.6
Molango de Escamilla	89.7	36.2	1.9	565.7	150.9	2,548.2	57.6	134.5	2.5
Nicolás Flores	57.2	23.5	0.9	273.6	355.9	796.6	34.9	47.2	1.6
Nopala de Villagrán	325.1	145.4	11.9	1,297.1	982.8	1,534.2	499.1	567.3	18.8</td

Municipio	Emisiones (Mg/año)									
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN	
Pachuca de Soto	3,817.4	1,058.5	117.1	26,300.4	4,364.8	6,864.3	341.1	4,267.1	72.2	
Pisaflores	193.8	65.0	4.9	566.5	208.8	1,645.5	119.9	121.7	6.7	
Progreso de Obregón	430.8	151.0	254.3	1,772.5	792.2	695.9	90.5	208.0	14.7	
Mineral de la Reforma	1,590.6	542.0	97.7	11,350.5	1,632.0	3,309.5	275.2	441.9	39.3	
San Agustín Tlaxiaca	556.3	268.0	32.9	2,904.1	1,341.6	1,253.7	198.0	298.9	36.9	
San Bartolo Tutotepec	109.1	56.2	2.1	618.9	455.9	2,575.3	151.8	238.2	4.3	
San Salvador	462.4	211.8	26.3	2,224.7	861.0	931.6	217.1	583.0	19.8	
Santiago de Anaya	288.4	114.5	6,193.8	1,116.0	1,208.3	638.4	125.6	337.6	9.9	
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	349.1	131.9	65.0	2,281.9	446.6	957.2	197.6	3,114.0	9.1	
Singuilucan	691.4	305.4	14.7	3,072.4	998.6	1,576.8	253.9	416.2	18.4	
Tasquillo	248.7	108.8	15.2	1,179.1	711.6	899.5	133.0	342.4	10.8	
Tecoautla	489.8	206.2	22.9	2,237.3	1,254.9	1,787.2	2,819.0	583.1	19.9	
Tenango de Doria	138.6	57.6	2.5	722.9	189.2	748.1	96.0	142.0	4.1	
Tepeapulco	907.0	327.1	24.1	4,254.7	1,127.3	2,127.2	174.3	386.0	16.1	
Tepehuacán de Guerrero	112.3	66.8	2.3	779.3	326.1	2,710.5	144.3	161.4	4.8	
Tepeji del Río de Ocampo	1,107.4	548.8	112.1	5,177.6	2,347.7	2,515.5	622.7	947.8	58.3	
Tepetitlán	203.7	81.4	6.6	762.3	365.3	562.0	124.4	388.1	7.8	
Tetepango	134.0	60.0	6.7	762.2	223.4	313.5	66.3	146.9	6.1	
Villa de Tezontepec	275.8	130.6	11.6	1,081.3	559.6	537.5	214.0	299.5	13.9	
Tezontepec de Aldama	501.7	253.5	25.1	3,155.5	888.0	1,422.7	280.3	776.8	26.2	
Tianguistengo	115.8	46.2	1.9	557.1	280.5	2,725.9	70.9	105.2	3.0	
Tizayuca	995.1	482.1	191.5	6,942.7	1,768.9	2,818.4	1,486.4	5,852.4	35.0	
Tlahuelilpan	244.4	104.1	14.0	1,185.7	436.8	431.4	94.0	422.4	12.5	
Tlahuitlapa	109.2	42.4	1.9	449.2	295.6	1,384.4	60.3	114.4	2.9	
Tlanalapa	197.2	89.4	8.9	1,015.7	429.9	486.1	71.1	203.3	5.7	
Tlanchinol	195.6	102.2	5.1	1,237.8	757.9	12,882.9	241.1	216.3	8.0	
Tlaxcoapan	264.4	99.2	11.1	1,418.5	322.4	594.2	143.6	501.7	7.2	
Tolcayuca	340.6	177.6	14.3	1,490.1	705.5	714.1	544.3	328.2	24.6	
Tula de Allende	7,120.2	4,626.3	114,138.1	18,572.1	17,249.2	3,458.1	637.5	3,625.3	349.4	
Tulancingo de Bravo	1,966.6	692.1	502.9	12,473.2	2,457.2	3,680.6	799.1	1,749.8	55.6	
Xochiatipan	100.4	55.5	2.5	583.6	303.3	4,666.5	109.3	119.1	4.6	
Xochicoatlán	73.3	34.4	2.6	391.6	161.1	2,165.0	51.8	101.1	2.8	
Yahualica	106.8	61.5	2.3	676.4	294.1	5,161.7	131.4	86.4	4.8	
Zacualtipán de Angeles	287.4	104.1	8.6	2,076.8	451.3	2,894.5	77.0	138.3	7.2	
Zapotlán de Juárez	330.6	153.5	12.6	1,690.3	601.7	746.8	118.4	274.0	18.9	
Zempoala	1,085.3	426.1	34.9	4,364.7	1,647.3	1,968.9	1,115.6	551.9	40.2	
Zimapán	666.5	318.3	13.1	2,142.4	990.0	2,171.2	160.2	159.1	9.2	
Total	42,851.6	19,754.3	202,864.6	208,028.6	88,981.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9	

Municipio	No. de industrias	Emisiones (Mg/año)									
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN	
Mixquiahuala de Juárez	1	3.4	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Molango de Escamilla	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolás Flores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nopala de Villagrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Omitlán de Juárez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Felipe Orizatlán	1	6.9	4.4	19.3	0.2	1.8	0.0	0.0	0.0	0.3	
Pacula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pachuca de Soto	12	1.0	1.0	0.0	8.1	14.5	45.7	-	0.2	-	-
Pisaflores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Progreso de Obregón	1	96.0	11.8	242.1	11.7	268.1	1.4	0.0	0.0	-	-
Mineral de la Reforma	18	2.5	1.6	50.3	7.7	14.1	9.9	0.3	0.3	0.1	
San Agustín Tlaxiaca	4	2.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	-	-	-	-
San Bartolo Tutotepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Salvador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santiago de Anaya	1	4.7	2.8	6,178.0	24.4	563.0	2.8	0.1	0.0	-	-
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	1	3.1	2.0	54.5	0.7	5.5	0.0	0.1	0.1	0.1	
Singuilucan	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasquillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tecoautla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tenango de Doria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tepeapulco	6	132.9	45.2	0.2	29.2	35.4	70.8	1.1	0.8	0.1	
Tepehuacán de Guerrero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tepeji del Río de Ocampo	22	146.2	27.2	52.6	12.7	32.3	274.0	0.5	0.3	0.1	
Tepetitlán	1	58.0	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetepango	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Villa de Tezontepec	2	0.1	0.1	-	1.3	2.3	-	-	0.0	-	-
Tezontepec de Aldama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tianguistengo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tizayuca	51	81.7	64								

**Cuadro 17. Emisiones de contaminantes de fuentes fijas generadas por jurisdicción y sector industrial.**

Sector	No. de industrias	Emisiones (Mg/año)								
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Federales	Asbesto	2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-
	Automotriz	5	1.9	1.1	7.5	26.3	157.1	69.4	0.5	0.1
	Celulosa y papel	3	17.6	17.4	1.3	182.6	477.1	13.0	7.0	5.0
	Cemento	6	485.9	307.4	6,535.0	11,771.6	11,230.6	814.0	4.8	5.7
	Cal	4	127.8	27.1	617.6	47.1	340.8	3.7	1.8	1.5
	Generación de energía eléctrica	4	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5
	Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	24	296.1	225.5	127.0	89.1	191.2	49.4	3.2	2.3
	Petróleo y petroquímica	7	1,073.2	835.7	79,636.4	904.8	2,769.2	2,200.8	51.9	28.4
	Pinturas y tintas	3	0.5	0.3	0.0	1.5	1.8	47.6	0.1	0.0
	Química	26	69.5	54.7	28.2	51.6	96.3	286.0	1.2	2.4
	Tratamiento de residuos peligrosos	6	0.1	0.1	0.0	0.6	1.1	-	0.0	0.0
	Subtotal	90	7,465.3	5,400.7	200,897.1	14,574.3	24,470.7	3,690.0	249.3	129.1
Estatales	Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	1	0.1	0.1	-	-	1.0	-	-	-
	Alimentos y bebidas	45	29.2	18.6	100.6	40.1	100.3	3.5	1.2	1.0
	Derivados del petróleo y carbón	6	1.4	0.7	1.8	2.9	9.2	0.2	0.3	0.0
	Extracción/Beneficio minerales no metálicos	30	674.5	104.7	0.0	0.0	0.0	-	-	-
	Industria de la madera	3	8.7	7.1	-	0.0	0.0	45.3	-	0.0
	Industria textil	32	35.0	23.9	545.6	31.2	95.5	2.7	1.7	1.5
	Manejo de desechos y remediación	1	0.0	-	0.0	0.0	0.2	0.0	-	-
	Metálico	14	0.3	0.3	-	1.1	1.9	21.5	-	0.0
	Mezclas químicas	6	1.2	0.9	0.0	1.0	1.3	15.3	0.0	0.0
	Minerales no metálicos	17	22.7	13.8	0.0	6.5	7.8	51.6	0.2	0.2
	Papel y cartón	3	0.2	0.2	0.0	0.3	1.6	-	-	0.0
	Plástico y hule	6	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
	Subtotal	164	773.4	170.4	648.1	83.2	217.9	141.2	3.5	2.8
	Total	254	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0
										343.9

**Cuadro 18. Emisiones de contaminantes de fuentes móviles carreteras por municipio.**

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Acatlán	29.5	27.0	7.1	985.1	303.7	111.5	1.5	7.1	4.6
Acajochitlán	44.8	41.1	9.7	1,289.3	432.6	145.0	2.0	10.3	7.1
Actopan	44.6	40.8	14.2	2,264.9	579.7	261.6	3.5	12.5	6.6
Agua Blanca de Iturbide	4.4	4.0	1.7	332.4	73.9	37.5	0.5	1.5	0.8
Ajacuba	7.4	6.7	2.6	434.6	108.9	50.1	0.7	2.2	1.3
Alfajayucan	21.7	19.9	4.6	533.1	184.0	60.5	0.9	4.5	2.9
Almoloya	0.7	0.6	0.9	204.0	37.0	23.7	0.3	0.7	0.2
Apan	10.2	9.3	5.8	1,106.3	236.1	129.6	1.7	4.4	1.8
El Arenal	16.8	15.4	4.1	553.6	166.5	63.0	0.9	3.9	2.3
Atitalaquia	6.0	5.4	5.0	1,005.8	200.9	118.3	1.5	3.5	1.2
Atlapexco	4.2	3.8	1.3	210.6	54.4	23.7	0.3	1.1	0.7
Atotonilco el Grande	17.3	15.7	8.9	1,926.4	369.3	216.5	2.5	7.7	2.9
Atotonilco de Tula	60.1	55.2	11.8	1,063.6	469.2	129.4	2.0	11.2	8.6
Calnali	1.8	1.6	0.8	168.6	36.9	19.2	0.3	0.7	0.3
Cardonal	1.4	1.2	1.4	348.7	66.1	39.8	0.5	1.2	0.4
Cuautepc de Hinojosa	9.1	8.2	8.5	1,884.2	350.7	215.9	2.7	6.6	2.1
Chapantongo	2.8	2.6	1.3	265.3	53.5	29.9	0.4	1.1	0.5
Chapulhuacán	5.9	5.5	1.3	169.3	53.8	19.5	0.3	1.3	0.7
Chilcuautla	1.3	1.1	1.4	347.1	62.8	39.0	0.5	1.2	0.4
Eloxochitlán	0.2	0.2	0.2	53.4	8.9	5.9	0.1	0.2	0.1
Emiliano Zapata	76.0	69.9	11.8	596.6	462.9	76.3	1.4	12.1	10.3
Epazoyucan	37.5	34.4	8.2	990.2	332.2	111.6	1.6	8.1	5.3
Francisco I. Madero	4.3	3.8	4.2	922.5	177.1	107.3	1.4	3.2	1.0
Huasca de Ocampo	5.4	4.9	4.0	897.8	164.5	101.4	1.1	3.2	1.2
Huautla	5.2	4.8	1.5	208.1	60.6	23.8	0.3	1.2	1.0
Huazalingo	3.2	2.9	0.9	152.8	37.7	16.8	0.2	0.8	0.6
Huehuetla	4.2	3.8	1.0	119.2	42.7	13.7	0.2	0.9	0.8
Huejutla de Reyes	27.2	24.7	13.0	2,583.7	533.2	290.9	4.0	10.9	4.9
Huichapan	45.5	41.7	10.8	1,467.2	457.2	170.6	2.5	10.8	6.5
Ixmiquilpan	52.5	48.1	16.2	2,598.9	678.8	299.4	4.2	15.0	7.8
Jacala de Ledezma	6.7	6.1	1.9	319.3	81.8	36.5	0.5	1.9	0.9
Jaltocán	3.4	3.1	1.1	175.1	43.2	19.5	0.3	0.9	0.6
Juárez Hidalgo	0.3	0.3	0.2	43.5	8.6	5.0	0.1	0.2	0.1
Lolotla	4.7	4.3	1.1	146.1	45.1	17.0	0.3	1.1	0.6
Metepec	15.5	14.2	3.9	567.5	172.9	64.4	0.9	4.0	2.6
San Agustín Metzquititlán	8.1	7.4	2.3	386.3	96.8	43.9	0.6	2.2	1.1
Metztitlán	5.2	4.8	2.2	468.6	97.3	52.6	0.7	2.1	0.9
Mineral del Chico	9.0	8.3	2.6	434.9	106.5	49.0	0.6	2.5	1.2
Mineral del Monte	9.3	8.5	3.7	666.0	150.7	77.1	1.0	3.1	1.4
La Misión	5.9	5.4	1.1	125.2	45.5	14.0	0.2	1.2	0.7
Mixquiahuala de									

**Cuadro 19.** Emisión de contaminantes de fuentes móviles no carreteras por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Progreso de Obregón	30.9	28.3	7.5	943.3	307.9	109.4	1.5	7.0	4.7
Mineral de la Reforma	29.3	26.3	32.7	7,050.8	1,261.7	813.3	11.0	22.7	5.8
San Agustín Tlaxiaca	70.9	65.1	13.6	1,460.7	591.7	166.5	2.5	14.7	10.4
San Bartolo Tutotepec	1.4	1.2	0.7	125.6	28.7	14.5	0.2	0.5	0.3
San Salvador	18.3	16.8	5.3	827.0	223.7	94.8	1.3	4.9	2.7
Santiago de Anaya	17.4	16.0	3.9	484.7	158.5	55.2	0.8	3.8	2.4
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	5.0	4.5	5.6	1,257.9	229.5	144.8	1.9	4.2	1.2
Singuilucan	11.5	10.5	3.9	658.6	160.7	75.2	0.9	3.5	1.8
Tasquillo	29.4	26.9	5.6	605.6	238.2	71.0	1.1	6.0	4.0
Tecozautla	34.4	31.6	7.5	1,019.4	323.6	116.1	1.6	7.9	5.0
Tenango de Doria	1.3	1.1	1.1	252.1	48.3	28.8	0.4	0.9	0.3
Tepeapulco	39.6	36.2	14.0	2,239.3	559.5	263.7	3.5	11.6	5.9
Tepehuacán de Guerrero	0.5	0.5	0.5	111.5	20.7	12.8	0.2	0.4	0.1
Tepeji del Río de Ocampo	249.0	228.9	39.7	2,755.8	1,650.4	340.0	5.9	43.7	33.6
Tepetitlán	4.6	4.2	1.4	239.3	58.6	27.6	0.4	1.3	0.6
Tetepango	1.7	1.6	1.4	313.9	60.5	36.4	0.5	1.1	0.4
Villa de Tezontepec	45.2	41.5	7.4	438.8	293.4	55.4	1.0	7.4	6.4
Tezontepec de Aldama	11.9	10.9	6.3	1,291.0	265.6	148.5	2.0	5.2	2.1
Tianguistengo	0.7	0.7	0.7	178.5	32.1	20.2	0.3	0.6	0.2
Tizayuca	77.8	71.2	23.2	3,572.2	968.9	407.4	6.2	21.6	12.2
Tlahuelilpan	13.2	12.1	3.7	528.0	155.4	61.8	0.9	3.4	2.1
Tlahuitlpepa	3.8	3.5	0.9	147.5	39.7	16.4	0.2	1.0	0.5
Tlanalapa	26.3	24.2	5.2	487.1	204.4	58.4	0.9	5.0	3.5
Tlanchinol	11.4	10.4	2.8	388.1	113.2	44.0	0.6	2.6	1.7
Tlaxcoapan	2.3	2.0	3.0	684.9	123.1	79.6	1.0	2.2	0.6
Tolcayuca	60.0	55.2	9.4	624.5	416.9	75.0	1.3	10.8	9.1
Tula de Allende	224.4	206.0	48.5	4,958.7	1,931.0	598.4	8.9	44.5	32.7
Tulancingo de Bravo	88.2	80.4	42.8	8,020.7	1,754.1	924.4	12.3	34.7	15.8
Xochiatipan	2.2	2.0	0.7	131.2	30.2	14.5	0.2	0.6	0.4
Xochicoatlán	7.2	6.6	1.5	166.8	59.5	19.3	0.3	1.5	0.9
Yahualica	0.7	0.6	0.5	118.9	21.5	13.0	0.2	0.4	0.1
Zacualtipán de Ángeles	11.6	10.5	6.2	1,245.7	249.7	141.6	1.9	5.1	1.9
Zapotlán de Juárez	32.9	30.2	6.8	791.2	310.1	91.2	1.4	7.4	5.4
Zempoala	76.2	69.9	17.0	2,027.6	675.0	234.3	3.4	16.3	10.1
Zimapán	13.0	11.9	6.0	1,180.9	259.7	135.9	2.0	5.3	2.2
Total	2,063.6	1,889.2	634.9	98,828.1	26,038.6	11,430.3	159.7	567.2	315.2

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Acatlán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Acaxochitlán	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Actopan	0.4	0.4	0.2	4.0	7.5	0.5	0.0	0.1	0.1
Agua Blanca de Iturbide	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Ajacuba	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Alfajayucan	0.1	0.1	0.0	0.5	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0
Almoloya	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Apan	0.4	0.4	0.2	1.9	3.9	0.4	0.0	0.1	0.1
El Arenal	1.3	1.3	0.5	6.3	12.9	1.3	0.0	0.2	0.5
Atitalaquia	1.0	0.9	0.4	4.6	9.5	0.9	0.0	0.1	0.4
Atlapexco	1.1	1.1	0.4	5.4	11.0	1.1	0.0	0.2	0.4
Atotonilco el Grande	0.3	0.3	0.1	1.7	3.4	0.3	0.0	0.0	0.1
Atotonilco de Tula	0.3	0.3	0.1	1.7	3.4	0.3	0.0	0.0	0.1
Calnali	0.3	0.2	0.1	1.2	2.5	0.2	0.0	0.0	0.1
Cardonal	0.2	0.1	0.1	0.7	1.5	0.1	0.0	0.0	0.1
Cuautepec de Hinojosa	2.4	2.3	1.0	11.4	23.3	2.3	0.0	0.3	0.9
Chapantongo	0.1	0.1	0.0	0.4	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0
Chapulhuacán	0.7	0.7	0.3	3.6	7.2	0.7	0.0	0.1	0.3
Chilcuautla	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Eloxochitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emiliano Zapata	3.6	3.5	1.5	17.7	36.1	3.5	0.0	0.5	1.4
Epazoyucan	0.1	0.1	0.1	0.6	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0
Francisco I. Madero	1.1	1.0	0.4	5.2	10.6	1.0	0.0	0.2	0.4
Huasca de Ocampo	0.2	0.2	0.1	0.8	1.6	0.2	0.0	0.0	0.1
Huautla	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Huazalingo	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Huehuetla	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Huejutla de Reyes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Huichapan	0.3	0.3	0.1	1.7	3.4	0.3	0.0	0.0	0.1
Ixmiquilpan	0.1	0.1	0.0	0.3	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0
Jacala de Ledezma	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Jaltocán	0.4	0.4	0.2	2.0	4.1	0.4	0.0	0.1	0.2
Juárez Hidalgo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lolotla	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Agustín Metzquititlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metztitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineral del Chico	0.1	0.1	0.0	0.6	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0
Mineral del Monte	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Misión	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mixquiahuala de Juárez	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molango de Escamilla	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolás Flores	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nopala de Villagrán	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Omitlán de Juárez	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
San Felipe Orizatlán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Pacula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pachuca de Soto	0.4	0.4	0.7	66.3	26.7	5.3	0.0	0.2	0.1
Pisaflores	8.3	8.0	3.3	40.1	81.8	8.0	0.1	1.2	3.1

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN
Progreso de Obregón	0.0	0.0	0.0	1.8	3.2	0.2	0.0	0.0	0.0
Mineral de la Reforma	1.2	1.1	0.5	6.0	12.2	1.2	0.0	0.2	0.4
San Agustín Tlaxiaca	10.1	9.8	4.1	49.1	100.0	9.7	0.1	1.4	3.8
San Bartolo Tutotepec	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
San Salvador	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Santiago de Anaya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	0.2	0.2	0.1	0.9	1.8	0.2	0.0	0.0	0.1
Singuilucan	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Tasquillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tecoautla	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tenango de Doria	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tepeapulco	0.5	0.5	0.2	2.5	5.0	0.5	0.0	0.1	0.2
Tepehuacán de Guerrero	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tepeji del Río de Ocampo	1.3	1.3	0.6	8.0	15.8	1.4	0.0	0.2	0.5
Tepetitlán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tetepango	0.1	0.1	0.0	0.3	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0
Villa de Tezontepec	2.1	2.0	0.8	10.1	20.7	2.0	0.0	0.3	0.8
Tezontepec de Aldama	0.3	0.3	0.1	1.4	2.9	0.3	0.0	0.0	0.1
Tianguistengo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tizayuca	0.2	0.1	0.1	3.5	6.4	0.4	0.0	0.1	0.1
Tlahuelilpan	15.8	15.3	6.4	78.3	159.1	15.3	0.2	2.3	5.9
Tlahuitepa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlanalapa	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Tlanchinol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlaxcoapan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tolcayuca	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Tula de Allende	0.6	0.6	0.3	5.6	10.6	0.8	0.0	0.1	0.2
Tulancingo de Bravo	1.5	1.5	0.7	10.4	20.4	1.7	0.0	0.3	0.6
Xochiatipan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xochicoatlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yahualica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zacualtipán de Ángeles	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zapotlán de Juárez	0.5	0.4	0.2	2.2	4.6	0.4	0.0	0.1	0.2
Zempoala	0.5	0.5	0.2	2.5	5.0	0.5	0.0	0.1	0.2
Zimapán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>58.2</b>	<b>56.4</b>	<b>24.3</b>	<b>363.5</b>	<b>627.9</b>	<b>62.4</b>	<b>0.6</b>	<b>8.6</b>	<b>21.8</b>

Cuadro 20. Emisión de contaminantes de fuentes de área por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)									
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CN	
Acatlán	367.1	200.3	15.4	1,358.5	203.1	272.4	801.4	1,573.82	17.0	
Acaxochitlán	357.2	150.8	13.2	1,179.1	182.0	440.3	247.7	477.31	12.4	
Actopan	609.9	227.1	13.2	1,809.4	200.5	836.7	446.0	1,353.86	16.2	
Agua Blanca de Iturbide	94.4	35.7	3.7	260.4	54.8	100.9	91.5	215.16	2.6	
Ajacuba	261.6	154.2	11.9	1,276.1	176.2	369.0	173.8	586.25	16.6	
Alfajayucan	255.9	132.6	13.9	913.3	197.8	239.9	231.2	700.93	16.5	
Almoloya	340.9	165.6	7.6	1,499.4	115.9	269.1	227.8	503.13	3.9	
Apan	776.7	334.5	13.2	2,891.1	232.3	871.3	321.9	1,960.71	9.5	
El Arenal	192.7	95.3	7.1	734.4	101.3	341.4	114.8	223.93	8.4	
Atitalaquia	285.9	116.2	9.2	927.2	136.5	730.5	331.9	1,445.50	7.0	
Atlapexco	109.1	56.6	1.8	476.9	23.9	181.7	122.0	126.86	4.3	
Atotonilco el Grande	344.3	117.4	10.3	824.7	150.8	312.7	438.5	456.52	10.3	
Atotonilco de Tula	281.2	126.0	10.8	1,125.9	164.7	11,576.5	153.8	39,820.05	10.1	
Calnali	98.8	49.7	1.3	457.7	18.3	195.8	91.9	111.19	3.5	
Cardonal	148.0	71.0	8.6	618.8	128.2	179.4	147.8	361.64	6.3	
Cuautepetec de Hinojosa	784.5	353.2	18.4	2,981.6	275.8	791.9	381.5	734.09	24.7	
Chapantongo	148.8	85.2	6.9	639.5	96.7	166.8	133.5	247.97	12.2	
Chapulhuacán	108.0	61.1	1.7	593.5	23.1	230.2	111.6	204.13	4.6	
Chilcuautla	186.1	105.6	12.8	760.9	183.1	186.9	133.0	434.57	13.8	
Eloxochitlán	22.1	10.0	0.5	83.9	7.3	32.7	20.7	48.72	0.7	
Emiliano Zapata	167.7	70.0	4.3	616.3	70.5	214.0	84.4	218.29	2.7	
Epazoyucan	240.9	115.2	6.2	814.9	81.5	189.5	405.3	217.74	18.2	
Francisco I. Madero	356.6	167.3	13.5	1,297.9	197.4	442.5	287.5	985.83	15.1	
Huasca de Ocampo	222.0	88.3	10.3	607.0	151.6	186.4	384.3	582.19	9.0	
Huautla	140.1	71.7	7.2	568.1	106.4	201.4	183.7	235.68	5.9	
Huazalingo	57.5	31.7	0.9	297.5	11.3	113.2	79.8	275.88	2.3	
Huehuetla	145.4	77.2	1.9	681.7	26.8	248.0	246.7	213.88	5.8	
Huejutla de Reyes	761.3	317.8	9.5	2,834.8	137.7	1,318.6	482.9	835.21	21.1	
Huichapan	575.1	253.2	21.1	1,794.1	302.0	610.4	725.1	496.24	29.2	
Ixmiquilpan	824.2	343.6	33.2	2,686.7	492.5	1,130.8	647.1	2,063.66	29.9	
Jacala de Ledezma	120.7	49.4	2.6	397.3	37.9	165.9	60.8	104.95	3.7	
Jaltocán	54.1	25.8	1.0	243.8	16.6	153.3	52.8	67.21	1.7	
Juárez Hidalgo	22.4	10.3	0.3	88.1	3.4	34.9	16.4	37.71	0.7	
Lolotla	53.7	24.0	0.6	223.7	8.4	85.0	55.8	104.85	1.6	
Metepec	247.7	125.2	7.5	871.2	101.7	184.9	178.5	562.98	6.3	

