

INVENTARIO DE EMISIONES CRITERIO DEL ESTADO DE QUERÉTARO, 2015

Contrato: OM/DA/427/2016

Reporte final

Presentado a:

**Secretaría de Desarrollo Sustentable
del Estado de Querétaro**

Presentado por:

**Servicios Ambientales Integrales de
Consultoría y Cambio Climático, S.C.
(SACYCC)**

Agosto 2017.



Directorio

Ing. Marco Antonio Del Prete Tercero
Secretario de Desarrollo Sustentable

Ing. Juan Manuel Navarrete Reséndiz
Subsecretario del Medio Ambiente

Ing. Ricardo Javier Torres Hernández
Director de Control Ambiental

Ing. Marisol Guerrero Jiménez
Jefa de Departamento de Verificación Ambiental

Ing. Fátima Valeria Basaldúa Vargas
Jefa de Departamento de Desarrollo Ecológico

Servicios Ambientales Integrales de
Consultoría y Cambio Climático, S.C. (SACYCC)

D.R. Secretaria de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro
Blvd. Bernardo Quintana 204, Carretas, C.P. 76050
Santiago de Querétaro, Qro.
Agosto 2017.

Agradecimientos

A las dependencias Federales, Estatales y Municipales por el apoyo recibido para la integración de la información necesaria para la realización de este inventario.

- Comisión Estatal del Agua (CEA).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Comisión Reguladora de Energía (CRE).
- Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT).
- Secretaría de Desarrollo Agroalimentario (SEDEA)
- Secretaría de Obra Pública
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
- Secretaría de Salud de Querétaro (SESEQ)
- Aeropuerto Intercontinental de Querétaro (AIQ).
- Petróleos Mexicanos (PEMEX)
- Direcciones municipales de:
 - Servicios Públicos Municipales
 - Ecología, Desarrollo Urbano y Obras públicas
 - Protección civil
 - Tránsito y Seguridad pública
 - Desarrollo Económico
- De los municipios de: Amealco, Arroyo seco, Cadereyta de Montes, Colón, Corregidora, Ezequiel Montes, Huimilpan, Jalpan de Serra, El Marqués, Pedro Escobedo, Peña Miller, Querétaro, San Joaquín, San Juan del Río, Tequisquiapan, Tolimán.

Contenido

Resumen ejecutivo	8
I. Introducción.....	11
II. Antecedentes	12
III. Alcances y características	16
IV. Emisiones anuales	17
IV.1 Emisiones totales.....	17
IV.2 Emisiones por categoría	18
IV.3 Emisiones por municipio.....	23
IV.4 Emisiones por contaminante.....	25
IV.4.1 Partículas PM ₁₀	25
IV.4.2 Partículas PM _{2.5}	27
IV.4.3 Óxidos de Azufre (SO _x)	28
IV.4.4 Monóxido de Carbono CO	30
IV.4.5 Óxidos de Nitrógeno (NO _x).....	31
IV.4.6 Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).....	33
IV.4.7 Amoníaco (NH ₃).....	34
IV. Resultados por fuente de emisión.....	36
IV.1 Fuentes Fijas	36
IV.1.1 Metodología fuentes fijas	38
IV.1.2 Emisiones de fuentes fijas	39
IV.1.3 Conclusiones de fuentes fijas	45
IV.2 Fuentes de área	46
IV.2.1 Metodología fuentes de área.....	49
IV.2.2 Emisiones de fuentes de área.....	49
IV.2.3 Conclusiones fuentes de área.....	55
IV.3 Fuentes Naturales	56
IV.3.1 Metodología.....	56
IV.3.2 Emisiones de fuentes biogénicas	57
IV.3.3 Conclusiones fuentes naturales.....	61
IV.4 Fuentes Móviles	62
IV.4.1 Metodología de fuentes móviles.....	63
IV.4.2 Emisiones de fuentes de móviles.....	64

V.2.3 Conclusiones fuentes móviles.....	68
V. Conclusiones generales y recomendaciones.....	69
VI. Referencias.....	70

Anexos

- I. Memoria de Calculo
- II. Bases de datos

Mapas

Mapa 1. Ubicación del Estado de Querétaro y delimitación municipal.....	12
Mapa 2. Climatología del Estado de Querétaro.	13
Mapa 3. Distribución geográfica de emisiones de PM ₁₀	26
Mapa 4. Distribución geográfica de emisiones de PM _{2.5}	28
Mapa 5. Distribución geográfica de emisiones de SO _x	29
Mapa 6. Distribución geográfica de emisiones de CO.....	31
Mapa 7. Distribución geográfica de emisiones de NO _x	32
Mapa 8. Distribución geográfica de emisiones de COV.....	34
Mapa 9. Distribución geográfica de emisiones de NH ₃	35
Mapa 10. Ubicación geográfica de fuentes fijas estimadas.....	38
Mapa 11. Ubicación geográfica de ladrilleras.....	47
Mapa 12. Ubicación geográfica de bancos de material.....	48
Mapa 13. Ubicación geográfica de bancos de material.....	48

Graficas

Gráfica 1. Contribución porcentual por tipo de fuente por contaminante.....	18
Gráfica 2. Distribución de emisión por categoría por contaminante.....	23
Gráfica 3. Porcentaje de emisión por contaminante por municipio.	25
Gráfica 4. Municipios con mayor contribución de Partículas PM ₁₀	25
Gráfica 5. Principales categorías contribuyentes de PM ₁₀	26
Gráfica 6. Municipios con mayor contribución de Partículas PM _{2.5}	27
Gráfica 7. Principales contribuyentes de PM _{2.5}	27

Gráfica 8. Municipios con mayor contribución de SO _x	28
Gráfica 9. Principales contribuyentes de SO _x	29
Gráfica 10. Municipios con mayor contribución de CO	30
Gráfica 11. Principales contribuyentes de CO.	30
Gráfica 12. Municipios con mayor contribución de NO _x	31
Gráfica 13. Principales contribuyentes de NO _x	32
Gráfica 14. Municipios con mayor contribución de COV	33
Gráfica 15. Principales contribuyentes de COV.	33
Gráfica 16. Municipios con mayor contribución de NH ₃	34
Gráfica 17. Principales contribuyentes de NH ₃	35
Gráfica 18. Distribución de subsectores evaluados como fuente fija.....	37
Gráfica 19. Contribución porcentual de fuentes fijas por competencia	39
Gráfica 20. Contribución porcentual por municipio por contaminante.....	45
Gráfica 21. Contribución porcentual de subcategorías de fuentes de área por contaminante.....	50
Gráfica 22. Contribución porcentual municipal por contaminante	54
Gráfica 23. Emisiones totales de fuentes biogénicas (t/a).....	57
Gráfica 24. Contribución porcentual de fuentes biogénicas por tipo de suelo.....	59
Gráfica 25. Distribución porcentual por tipo de vehículo al 2015.	62
Gráfica 26. Distribución del parque vehicular registrado al 2015, por año modelo.....	63
Gráfica 27. Contribución porcentual por contaminante por municipio.....	67

Tablas

Tabla 1. Principales categorías emisoras por contaminante	9
Tabla 2. Aportación de emisiones de municipios por contaminante.....	10
Tabla 3. Municipios con mayor aportación mayor de emisiones	10
Tabla 4. Población del Estado de Querétaro por municipio.	14
Tabla 5. Participación de los sectores económicos principales.....	15
Tabla 6. Contaminantes evaluados por categoría.....	17
Tabla 7. Emisiones totales del estado de Querétaro por tipo de fuente.	17
Tabla 8. Distribución porcentual por tipo de fuente por contaminante de emisiones totales	18
Tabla 9. Emisiones por categoría	19
Tabla 10. Contribución porcentual por categoría.....	21
Tabla 11. Emisiones totales por municipio	24
Tabla 12. Contribución porcentual por municipio por contaminante	24

Tabla 13. Municipios con mayores emisores de partículas PM ₁₀	25
Tabla 14. Municipios con mayores emisores de partículas PM _{2,5}	27
Tabla 15. Municipios con mayores emisores de SO _x	28
Tabla 16. Municipios con mayores emisores de CO.....	30
Tabla 17. Municipios con mayores emisores de NO _x	31
Tabla 18. Municipios con mayores emisores de COV.....	33
Tabla 19. Municipios con mayores emisores de NH ₃	34
Tabla 20. Subsectores considerados en la categoría de fuentes fijas.....	36
Tabla 21. Emisiones de Fuentes Fijas.....	39
Tabla 22. Distribución Porcentual de Emisiones de fuentes fijas.....	39
Tabla 23. Emisiones de fuentes fijas.....	41
Tabla 24. Distribución porcentual de fuentes fijas por categoría.....	42
Tabla 25. Emisiones de fuentes fijas por municipio.....	43
Tabla 26. Porcentaje de contribución de fuentes fijas por municipio.....	43
Tabla 27. Categorías y subcategorías consideradas en fuentes de área.....	46
Tabla 28. Emisiones de Fuentes de Área.....	49
Tabla 29. Distribución porcentual de Emisiones de Fuentes de área.....	50
Tabla 30. Emisiones de fuentes de área por categoría.....	51
Tabla 31. Distribución porcentual de emisiones de fuentes de área por categoría.....	52
Tabla 32. Emisiones de fuentes de área por municipio.....	53
Tabla 33. Distribución porcentual de fuentes de área por municipio.....	53
Tabla 34. Emisiones de fuentes biogénicas.....	57
Tabla 35. Emisiones de fuentes biogénicas por categoría.....	58
Tabla 36. Contribución porcentual de emisiones de fuentes biogénicas por categoría.....	59
Tabla 37. Emisiones totales de fuentes biogénicas por municipio.....	60
Tabla 38. Contribución porcentual de fuentes biogénicas por categoría.....	61
Tabla 39. Emisiones de Fuentes Móviles.....	64
Tabla 40. Emisiones de fuentes móviles por categoría.....	65
Tabla 41. Contribución porcentual de emisiones de fuentes móviles.....	65
Tabla 42. Emisiones de fuentes móviles por municipio.....	66
Tabla 43. Contribución porcentual de fuentes móviles por municipio.....	67

Acrónimos y siglas

CH₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COT	Compuestos Orgánicos Totales
COV	Compuesto orgánico volátil
°C	Grados centígrados
FE	Factores de Emisión
GLP	Gas Licuado del Petróleo
GEI	Gases de Efecto Invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
km	Kilómetros
mm	Milímetros
NH₃	Amoniaco
NMHC	Non-methane hydrocarbons (<i>hidrocarburos no metano</i>)
NO	Monóxido de nitrógeno (óxido nítrico)
NO₂	Dióxido de nitrógeno
NO_x	Óxidos de nitrógeno
N₂O	Óxido de nitrógeno
O₂	Oxígeno
PIB	Producto Interno Bruto
PM	Material particulado
PM₁₀	Partículas menores a 10 micrómetros
PM_{2.5}	Partículas menores a 2.5 micrómetros
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SO₂	Dióxido de azufre
SO_x	Óxidos de azufre
SSE	Secretaría de Salud Estatal
t/a	Toneladas por año

Resumen ejecutivo

El inventario de emisiones del estado de Querétaro, es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire, que permite conocer el tipo y cantidad de contaminantes que son emitidos al aire por los diferentes sectores o categorías. Además, es una herramienta indispensable para diseñar, implementar y evaluar acciones o medidas de control.

Las emisiones estimadas y los resultados obtenidos en el presente inventario se asume que fueron las generadas en el estado de Querétaro durante el año 2015. Los resultados más relevantes son los siguientes:

A) Emisiones totales por fuente de emisión

Tabla 1. Emisiones totales del estado de Querétaro por tipo de fuente.

CATEGORÍA	Emisiones t/a						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fuentes Fijas	1,478.27	1,297.60	3,155.92	2,682.53	7,969.02	5,334.33	116.56
Fuentes de Área	6,300.15	4,432.89	85.74	30,606.38	1,357.79	51,251.19	32,807.09
Fuentes Naturales	-	-	-	-	8,707.75	48,815.08	-
Fuentes Móviles	817.66	739.02	543.04	149,930.15	24,726.92	13,041.43	208.20
TOTAL	8,596.07	6,469.50	3,784.70	183,219.06	42,761.48	118,442.02	33,131.85

- **Fuentes de fijas**, son las principales contribuyentes de emisiones de SO_x (83%).
- **Fuentes de área**, son las principales contribuyentes de emisiones de PM₁₀ (73%), PM_{2.5} (69%) y NH₃ (99 %).
- **Fuentes de área y fuentes naturales** contribuyen con el mayor porcentaje de emisiones de COV (43%) y (41 %) respectivamente.
- **Fuentes móviles**, principales aportantes de emisiones de CO (82%) y NO_x (58%).

B) Emisiones por contaminante

Partículas PM₁₀

Emitidas principalmente por combustión residencial de leña (28%), Quemadas agrícolas (16%) y Labranza (13%). Los municipios con mayor aportación son: Querétaro (22%), El Marqués (12%) y San Juan del Río (11%).

Partículas PM_{2.5}

Las principales categorías o sectores emisores son: combustión residencial de leña (36%) de Leña y quemadas agrícolas (21%). Los municipios con mayor contribución son Querétaro (19%), San Juan del Río y Pedro Escobedo cada uno (11%) y El Marqués (10%).

Óxidos de Azufre (SO_x)

Emitidos principales por la industria química (51%) y celulosa y papel (23%). Los municipios con mayor contribución son Querétaro (54%), San Juan del Río (29%) y Pedro Escobedo (9%).

Monóxido de Carbono (CO)

Las categorías o sectores que mayor contribución tienen son: los autos particulares (39%), camionetas pick up (26%) y combustión residencial de leña (10%). Los municipios con mayor aportación son Querétaro (45%), San Juan del Río (13%) y Corregidora (7%).

Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

Emitidos principalmente por los autos particulares (29%), fuentes biogénicas (20%) y camionetas pick up (15%). Los municipios con mayor aportación son Querétaro (37%), Pedro Escobedo (13%) y San Juan del Río (12%).

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Emitidos principalmente por las fuentes biogénicas (41%) y la combustión residencial de leña (14%). Los municipios que más contribuyen son: Querétaro (25%), Jalpa de Serra (13%) y San Juan del Río 10%.

Amoniaco (NH₃)

Las categorías o sectores con mayor contribución son; aplicación de fertilizante (55%) y actividades ganaderas (39%). Los municipios que aportan más son: Amealco de Bonfil (20%), San Juan del Río (15%) y Pedro Escobedo (13%).

Tabla 1. Principales categorías emisoras por contaminante

Contaminante	Subcategoría	Contaminante	Subcategoría
PM ₁₀	Combustión residencial de leña (28%)	NO _x	Autos Particulares (29%)
	Quemas agrícolas (16%)		Fuentes biogénicas (20%)
	Labranza (13%)		Camionetas pick up (15%)
PM _{2.5}	Combustión residencial de leña (36%)	COV	Fuentes biogénicas (41%)
	Quemas agrícolas (21%)		Combustión residencial de leña (14%)
SO _x	Industria química (51%)	NH ₃	Aplicación de fertilizante (55%)
	Celulosa y papel (23%)		Actividades ganaderas (39%)
	Autos particulares (7%)		
CO	Autos particulares (39%)		
	Camionetas pick up (26%)		
	Combustión residencial de Leña (10%)		

Tabla 2. Aportación de emisiones de municipios por contaminante

Contaminante	Municipio	Contaminante	Municipio
PM ₁₀	Querétaro (22%)	NO _x	Querétaro (37%)
	El Marqués (12%)		Pedro Escobedo (13%)
	San Juan del Río (11%)		San Juan del Río (12%)
PM _{2.5}	Querétaro (19%)	COV	Querétaro (25%)
	San Juan del Río (11%)		Jalpa de Serra (13%)
	Pedro Escobedo (11%)		San Juan del Río (10%)
SO _x	Querétaro (54%)	NH ₃	Amealco de Bofil (20%)
	San Juan del Río (29%)		San Juan del Río (15%)
	Pedro Escobedo (9%)		Pedro Escobedo (13%)
CO	Querétaro (45%)		
	San Juan del Río (13%)		
	Corregidora (7%)		

C) Municipios con mayor aportación de emisiones

- **Querétaro.** Es el municipio que tiene la mayor aportación de PM₁₀ (22%), PM_{2.5} (19%), SO_x (54%), CO (45%), NO_x (37%) y COV (25%).
- **San Juan del Río,** es el segundo municipio aportador de emisiones de SO_x (29%), CO (13%) y NH₃ (15%), el Tercer lugar como aportador de emisiones de PM₁₀ (11%), PM_{2.5} (11%), NO_x (12%) y COV (10%).
- **Pedro Escobedo,** es el segundo aportador de PM_{2.5} (11%) y NO_x (13%) y el tercer contribuyente de SO_x (9%) y NH₃ (13%)
- **Amealco de Bonfil,** es el principal contribuyente de emisiones de NH₃ con el (20%)
- **El Marqués,** ocupa el segundo lugar como aportador de emisiones de PM₁₀ (12%).
- **Jalpa de Serra,** es el segundo aportador de COV (13%)
- **Corregidora,** está en el tercer lugar como aportador de CO (7%).

Tabla 3. Municipios con mayor aportación mayor de emisiones

Municipio	Principales contaminantes	Municipio	Principales contaminantes	Municipio	Principales contaminantes
Querétaro	PM ₁₀ (22%)	San Juan del Río	PM ₁₀ (11%)	Pedro Escobedo	PM _{2.5} (11%)
	PM _{2.5} (19%)		PM _{2.5} (11%)		SO _x (9%)
	SO _x (54%)		SO _x (29%)		NO _x (13%)
	CO (45%)		CO (13%)		NH ₃ (13%)
	NO _x (37%)		NO _x (12%)	Amealco de Bofil	NH ₃ (20%)
	COV (25%)		COV (10%)	El Marqués	PM ₁₀ (12%)
	NH ₃ (15%)	Jalpa de Serra	COV (13%)		
		Corregidora	CO (7%)		

I. Introducción

El estado de Querétaro ha registrado un crecimiento acelerado en los últimos años, lo que ha generado el crecimiento de los diferentes sectores económicos, además del aumento de la movilidad poblacional, ya sea por transporte particular o medios de transporte públicos. Además el crecimiento demográfico que demanda un incremento en los servicios públicos.

Lo anterior, conlleva a un incremento de emisiones por actividades antropogénicas, que se ve reflejado en el deterioro de la calidad del aire. Sin embargo, el Gobierno del estado ha implementado programas preventivos y desarrollado indicadores que permiten conocer y prevenir el deterioro de la calidad del aire, entre ellos destaca el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Querétaro-San Juan del Río 2014-2013, además cuenta con diversos programas de mejoramiento ambiental y de calidad del aire, las cuales buscan optimizar la calidad de vida en los distintos sectores y zonas del estado de Querétaro. Por esto la relevancia de contar con un inventario de emisiones criterio actualizado, debido a que es un indicador con el cual se evalúan los avances de los programas establecidos.

La metodología aplicada para el desarrollo del presente inventario, es la recomendada por la Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales como una autoridad federal. La intención del desarrollo del inventario a nivel estado, es mejorar las bases técnicas y fortalecer los indicadores de evaluación de calidad del aire en el Estado, así como de cumplir con la legislación ambiental vigente respecto de la elaboración y actualización de un inventario de emisiones.

El contenido se encuentra estructurado de manera que se describen aspectos generales de la zona de estudio, toda vez que es factor importante en la estimación de las emisiones, así como la metodología seguida por tipo de fuente, los datos de actividad utilizados, la fuente de la información y un resumen de las emisiones por categoría de emisión y municipio.

Así entonces, el presente estudio agrupa el análisis realizado en los 18 municipios de la geografía del Estado de Querétaro, dirigido principalmente a las autoridades ambientales encargadas de la gestión de la calidad del aire, a los investigadores y profesionistas asignados a crear estrategias o proyectos que fomenten la prevención o remediación de la calidad del aire, así como a toda la población con la finalidad de mantenerla informada acerca de la calidad del aire.

Para el desarrollo del presente inventario se integró información a detalle de cada una de las categorías o sectores, aplicando controles de calidad necesarios, por ello, los resultados aportan información importante para la toma de decisiones y para el fortalecimiento de las políticas públicas en materia ambiental del estado de Querétaro.

II. Antecedentes

El estado de Querétaro se encuentra ubicado en la parte centro de la región del bajo, cuenta con 18 municipios, y 3,608 localidades¹, en conjunto representan una superficie de 11,683.8 Km², lo que representa el 0.6% del territorio nacional, ocupando así el lugar número 27. Limita al norte con el estado de San Luis Potosí, al Este con Hidalgo, al Sureste con el estado de México, al Suroeste con Michoacán y al Oeste con Guanajuato.



Mapa 1. Ubicación del Estado de Querétaro y delimitación municipal.

Fuente: Elaboración Propia. SACYCC, 2017.

La mayor parte del estado se asienta en zonas serranas, conformadas por la Sierra Gorda, sierra Madre Oriental y la Sierra Queretana, ente los límites de estas sierras y cordilleras montañosas se asienta la zona denominada Bajío, localizada en la parte sur del estado, la cual está compuesta por valles y llanuras, en esta zona es donde se ubican los principales centros urbanos del estado y se desarrollan actividades industriales, agrícolas y ganaderas.

El 51 % de la superficie del Estado está representado por clima seco y semiseco localizado principalmente en la región centro, mientras que el 24.3 % de la superficie, en la región de la Sierra Madre Oriental presenta clima cálido subhúmedo; el 23 % representa clima templado subhúmedo en la región sur, centro y noreste, y el 1 % representa clima cálido húmedo hacia el

¹ INEGI. Catálogo único de claves de Áreas Geo-estadísticas, estatales, municipales y de localidades

noreste y el 0.7% es clima templado húmedo al noreste. La temperatura media anual es de 18°C, sin embargo, la temperatura promedio más alta es alrededor de 28°C presentándose en los meses de Abril y Mayo, y la promedio más baja alrededor de 6°C, en el mes de enero².



Mapa 2. Climatología del Estado de Querétaro.
Fuente. INEGI, carta de climas.

En el Estado de Querétaro la dinámica climática tiene dos periodos bien marcados: la circulación del verano que atrae calor, condiciones de humedad y lluvias importantes; y la corriente de invierno que es opuesta y en general atrae poca humedad, frío y el periodo de sequía más prolongado del año.

Las lluvias se presentan en verano, principalmente en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de aproximadamente 570 mm anuales. En este sentido, gracias al tipo de suelo y clima, Querétaro es un estado que se caracteriza por su producción agrícola desarrollada en la región de clima seco y semiseco, pero requiere de riego. Sobresaliendo los cultivos de maíz, alfalfa, cebolla, lechuga, sorgo, forrajes, frijol, cebada y col, entre otros.³

² INEGI, 2015. <http://www.cuentame.inegi.org.mx>.

³ INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/queret/territorio/clima.aspx?tema=me&e=22>, consulta 8 de julio 2017.

El estado de Querétaro forma parte de dos cuencas hidrológicas, la cuenca del Pánuco, la cuenca Lerma-Santiago. La cuenca del Pánuco desemboca en el Golfo de México y la cuenca Lerma-Santiago que fluye al lago de Chapala para desembocar en el Océano Pacífico, esta última está integrada por las cuencas Lerma-Toluca y La Laja. La cuenca del Pánuco se compone por las cuencas: Tamuín y Moctezuma, en su región Occidental se ubican los ríos Querétaro y del Pueblito, acopia las aguas de varios afluentes a partir del volcán Zamorano en Colón, esta cuenca cubre una superficie de 2 800 km² en el estado.

Respecto de la población, el Estado de Querétaro ocupa el vigésimo segundo lugar a nivel nacional con 2,038,372 habitantes distribuidos en 18 municipios (Tabla 1) y 3,608 localidades; puede decirse que su población es notablemente urbana, ya que aproximadamente el 70 % se encuentran clasificadas como zona urbana y el resto en zona rural.

Tabla 4. Población del Estado de Querétaro por municipio.

Clave	Municipio	No. Habitantes	Superficie km ²
0	Amealco de Bonfil	61,259	682.2
1	Pinal de Amoles	25,623	731.1
2	Arroyo Seco	13,307	1,131
3	Cadereyta de Montes	69,549	807
4	Colón	62,667	245
5	Corregidora	181,684	298
6	Ezequiel Montes	40,572	388
7	Huimilpan	38,295	1,185
8	Jalpan de Serra	26,902	840
9	Landa de Matamoros	17,947	787
10	El Marqués	156,275	290
11	Pedro Escobedo	68,313	695
12	Peñamiller	20,144	760
13	Querétaro	878,931	500
14	San Joaquín	9,480	800
15	San Juan del Río	268,408	343
16	Tequisquiapan	70,742	851
17	Tolimán	28,274	705
Total		2,038,372	11,683

Elaboración propia, con información de INEGI⁴.

⁴ INEGI, 2016. Encuesta intercensal. Anuario Económico municipal Querétaro 2016.

La aportación de Querétaro al producto interno bruto (PIB) es de 2.3 % del total ocupando el décimo quinto⁵ estado a nivel nacional en este rubro. La mayor aportación de Querétaro al PIB proviene del sector terciario, concentrándose el 53.7% e integrado por el comercio, restaurantes y hoteles, las comunicaciones y transportes, los servicios financieros, seguros y los servicios comunales y sociales. En segundo lugar se encuentra el sector secundario aportando un 43.9 % y englobando la minería, la industria manufacturera, la construcción y la electricidad. Por último el sector primario que contribuye con un 2.4 % agrupando la agricultura, ganadería silvicultura, caza y pesca⁶.

Respecto de la industria manufacturera, destaca la fabricación de partes para vehículos automotores, teniendo la mayor concentración del sector en los municipios de Querétaro, El Marqués y San Juan del Río, principalmente. Así mismo, en los municipios de Colón, El Marqués y Querétaro la fabricación de equipo aeroespacial constituye una fuente de entrada de fondos en esa región. Por otro lado, para el resto de los municipios se puede manifestar una diversidad de industrias que van desde la alimenticia, la textil y la fabricación de electrodomésticos que contribuyen a la economía del municipio.

Tabla 5. Participación de los sectores económicos principales en la estructura del PIB en el estado de Querétaro.

Sector Económico	Participación (%)
Industrias Manufactureras	28.7
Comercio	18
Construcción	12.6
Servicios inmobiliarios	9
Transportes	6.5
Servicios Educativos	3.3
Actividades de gobierno	3
Resto	19
Total	100

Elaboración propia, con información de INEGI⁵.

⁵ INEGI. SCNM. Producto Interno Bruto por entidad federativa, 2014, valores corrientes.

⁶ INEGI. Estructura Económica de Querétaro en Síntesis.

III. Alcances y características

El presente trabajo contempla el desarrollo del inventario de emisiones de contaminantes criterio del estado de Querétaro, el cual contiene la estimación de contaminantes por fuente de emisión. La metodología que se adaptó es la recomendada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y que se encuentra descrita en los manuales del Programa de Inventarios de Emisiones para México⁷, para la evaluación de las cuatro fuentes: Fijas, de Área, Naturales y Móviles. La Descripción de la metodología e información obtenida para las estimaciones se mencionan en el apartado IV de resultados por tipo de fuente.

Objetivo

Fortalecer las capacidades institucionales para elaborar y actualizar los inventarios de emisiones y cumplir con la legislación ambiental vigente respecto de la elaboración y actualización de un inventario de emisiones.

Año base

Las emisiones estimadas y los resultados obtenidos en el presente reporte se asume que fueron las generadas en el estado de Querétaro durante el año 2015.

Alcance

La estimación de emisiones de contaminantes generadas por las fuentes de fijas, área, biogénicas y móviles de los 18 municipios del Estado: Amealco de Bonfil, Pinal de Amoles, Arroyo Seco. Cadereyta de Montes, Colón, Corregidora, Ezequiel Montes, Huimilpan, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, El Marqués, Pedro Escobedo, Peñamiller, Querétaro, San Joaquín, San Juan del Río, Tequisquiapan y Toluca.

Contaminantes evaluados

En la tabla 3, se indican los contaminantes evaluados por sector o categoría. Es importante mencionar que además de los contaminantes señalados, se realizó la estimación de Carbono Negro (CN), en las categorías que aplica, sin embargo para cuestiones de reporte y homologación con inventario nacional, no se incluye dentro de la tabla general, los resultados se presentan en cada subcategoría donde aplique de manera separada.

⁷ Manuales del Programa de Inventario de Emisiones de México; elaborado para: La asociación de Gobernadores del Oeste de Denver, Colorado y para el Comité Asesor Bincinal; preparados por Radian International y Eastern Research Group, elaborados en el periodo de 1996 al 2003

Tabla 6. Contaminantes evaluados por categoría.

CATEGORÍA	Contaminantes estimados						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES FIJAS							
Industrias de Competencia Estatal	√	√	√	√	√	√	√
Industrias de Competencia Federal	√	√	√	√	√	√	√
FUENTES DE ÁREA							
Combustión Industrial, comercial, residencial y agropecuaria	√	√	√	√	√	√	√
Uso de Solventes	-	-	-	-	-	√	-
Almacenamiento y transporte de derivados del petróleo	-	-	-	-	-	√	-
Fuentes industriales ligeras y comerciales	√	√	√	√	√	√	-
Agropecuaria	√	√	-	-	-	√	√
Aguas residuales	-	-	-	-	-	√	-
Fuentes misceláneas	√	√	√	√	√	√	√
Fuentes no carreteras	√	√	√	√	√	√	√
FUENTES NATURALES							
Biogénicas	-	-	-	-	√	√	-
FUENTES MOVILES							
Vehículos Federales	√	√	√	√	√	√	√
Vehículos Estatales	√	√	√	√	√	√	√

IV. Emisiones anuales

IV.1 Emisiones totales

Durante el 2015 se emitieron en el estado de Querétaro un total de 8,596.07 toneladas de PM₁₀, 6,469.50 toneladas de PM_{2.5}, 3,784.70 toneladas de SO_x, 183,219.06 toneladas de CO, 42,761.48 toneladas de NO_x, 118,442.02 toneladas de COV y 33,133.85 toneladas de NH₃.

Tabla 7. Emisiones totales del estado de Querétaro por tipo de fuente.

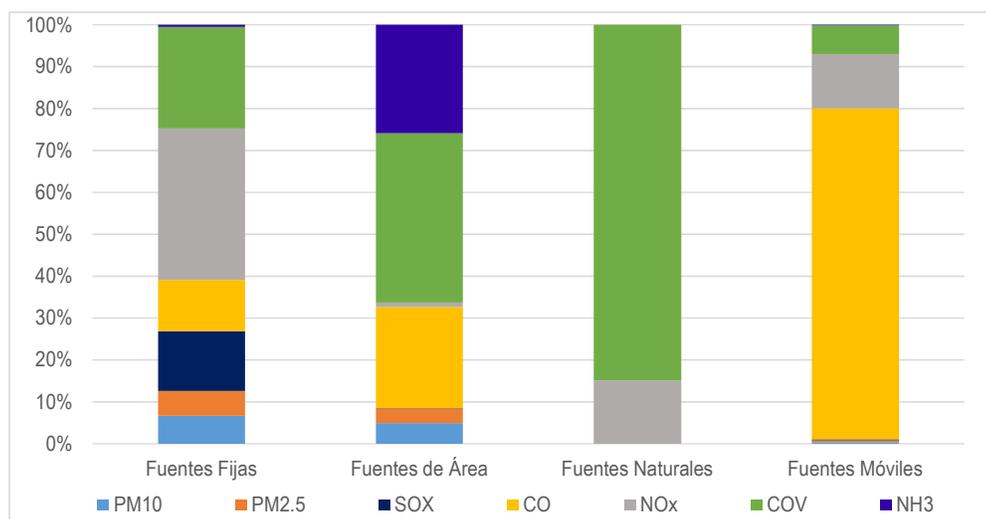
CATEGORÍA	Emisiones t/a						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fuentes Fijas	1,478.27	1,297.60	3,155.92	2,682.53	7,969.02	5,334.33	116.56
Fuentes de Área	6,300.15	4,432.89	85.74	30,606.38	1,357.79	51,251.19	32,807.09
Fuentes Naturales	-	-	-	-	8,707.75	48,815.08	-
Fuentes Móviles	817.66	739.02	543.04	149,930.15	24,726.92	13,041.43	208.20
TOTAL	8,596.07	6,469.50	3,784.70	183,219.06	42,761.48	118,442.02	33,131.85

Además se emitieron un total de 499.56 toneladas de carbono negro en el estado en el 2015.

En la tabla 5 se muestra la distribución porcentual por tipo de fuente por contaminante, observando que las fuentes fijas son las principales aportantes de SO_x (83.39%), las fuentes de área de PM₁₀ (73.29%), PM_{2.5} (68.52%), COV (43.27%) y NH₃ (99.02%), las fuentes móviles de CO (81.83%) y NO_x (57.83 %).

Tabla 8. Distribución porcentual por tipo de fuente por contaminante de emisiones totales

CATEGORÍA	Emisiones %						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fuentes Fijas	17.20	20.06	83.39	1.46	18.64	4.50	0.35
Fuentes de Área	73.29	68.52	2.27	16.70	3.18	43.27	99.02
Fuentes Naturales	-	-	-	-	20.36	41.21	-
Fuentes Móviles	9.51	11.42	14.35	81.83	57.83	11.01	0.63
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Gráfica 1. Contribución porcentual por tipo de fuente por contaminante.

IV.2 Emisiones por categoría

En las tablas 6 y 7 se muestran las emisiones generadas por categoría observando de manera general que la que más contribuye en emisiones de PM₁₀ es la combustión residencial por el uso de leña (28.11%), seguida de las actividades ganaderas (12.58%) y fuentes industriales ligeras y comerciales (10%), PM_{2.5} la combustión residencial por uso de leña (35.96%), seguida de la quema agrícola (20.96%), SO_x la industria química (51.26%) y celulosa y papel (23.06%), CO y NO_x autos particulares (38.63% y el 30.36% respectivamente), COV las fuentes biogénicas (41.21%) y NH₃ las actividades agropecuarias con la aplicación de fertilizantes (55.41%).

En el caso del carbono Negro, las fuentes de mayor contribución fueron las de área (66.18%), seguida de fuentes móviles (32.11%) y fuentes fijas (1.72%).

Tabla 9. Emisiones por categoría

CATEGORÍA	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES FIJAS	1,478.27	1,297.60	3,155.92	2,682.53	7,969.02	5,334.33	116.56
Industrias de Competencia Federal							
Automotriz	27.39	22.37	0.29	41.72	51.31	601.45	1.50
Celulosa y papel	64.02	46.76	872.62	158.92	236.81	388.16	6.97
Cemento y cal	414.37	392.21	30.88	369.92	527.94	0.88	0.30
Generación de energía eléctrica	442.86	442.62	70.83	1,147.10	4,858.51	124.01	73.69
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	49.67	48.01	0.95	188.23	255.38	155.21	5.08
Petróleo y petroquímica	0.01	0.00	0.01	0.04	0.18	59.51	-
Pinturas y tintas	0.53	0.49	0.02	2.47	2.96	244.45	0.09
Química	37.10	31.20	1,939.94	130.09	209.83	667.83	5.92
Tratamiento de residuos peligrosos	0.17	0.17	0.01	1.90	2.26	0.12	0.07
Vidrio	160.65	158.47	1.84	257.57	982.86	29.78	9.84
Industrias de Competencia Estatal							
Accesorios, aparatos eléctricos, y equipos de generación eléctrica	34.15	26.80	2.05	29.20	63.61	591.46	0.46
Alimentos y bebidas	141.35	50.69	226.58	214.51	494.40	21.12	7.90
Almacenamiento de combustibles	0.39	0.25	7.02	0.06	0.65	0.01	0.01
Extracción/beneficio minerales no metálicos	6.75	4.10	0.01	1.03	1.25	0.06	0.04
Impresión	11.81	9.63	0.04	4.08	6.04	872.61	0.14
Industria textil	10.44	9.80	0.65	91.14	191.73	42.73	3.48
Madera	0.01	0.01	-	-	-	1.92	-
Manejo de desechos y remediación	0.08	0.08	0.01	8.53	15.39	0.63	-
Metálico	49.10	34.91	1.81	15.29	38.17	1,092.83	0.35
Mezclas químicas	0.35	0.22	0.03	0.80	1.25	31.10	0.02
Minerales no metálicos	15.78	10.49	0.05	4.27	7.41	38.37	0.16
Otros	1.15	0.99	0.04	6.54	8.08	0.71	0.23
Papel y cartón	0.03	0.03	0.00	0.17	0.21	22.60	0.01
Plástico y hule	10.07	7.30	0.23	8.98	12.78	346.77	0.30
FUENTES DE ÁREA	6,300.15	4,432.89	85.74	30,606.38	1,357.79	51,251.19	32,807.09
Combustión Industrial							
Gas L. P.	2.38	2.38	0.15	13.66	80.20	1.43	-
Gas natural	20.80	20.80	1.64	229.86	766.21	15.05	-
Diésel	0.47	0.12	1.02	2.34	9.34	3.79	0.37
Combustión Comercial							
Gas L. P.	3.41	3.41	0.34	14.99	108.35	2.67	-
Gas natural	0.90	0.90	0.07	9.94	11.84	0.65	-
Combustión Residencial							
Gas L. P.	3.31	3.31	0.33	14.54	105.11	2.59	-
Gas natural	3.21	3.21	0.25	35.47	39.69	2.32	-
Leña	2,416.63	2,326.49	27.94	17,642.82	181.60	15,994.48	-
Combustión Agropecuario							
Gas L. P.	0.38	0.38	0.04	1.67	12.06	0.30	-
Diesel	0.83	0.83	29.29	2.06	8.25	0.14	-
Uso de Solventes							
Artes gráficas	-	-	-	-	-	2,128.90	-
Aplicación de asfalto	-	-	-	-	-	49.53	-
Lavado en seco	-	-	-	-	-	533.06	-
Pintura automotriz	-	-	-	-	-	430.95	-
Pintura para señalización vial	-	-	-	-	-	43.17	-
Recubrimiento de superficies industriales	-	-	-	-	-	2,455.90	-
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	-	-	-	-	-	2,772.19	-
Uso Doméstico de Solventes							
Productos en aerosol	-	-	-	-	-	93.77	-
Productos domésticos	-	-	-	-	-	733.81	-
Productos de cuidado personal	-	-	-	-	-	2,140.29	-
Productos de cuidado automotriz	-	-	-	-	-	1,243.41	-
Adhesivos y selladores	-	-	-	-	-	529.98	-
Pesticidas comerciales y domésticos	-	-	-	-	-	1,651.08	-
Productos misceláneos	-	-	-	-	-	61.15	-
Limpieza de superficies industriales	-	-	-	-	-	6,478.74	-

Continuación tabla 6. Emisiones totales por categoría

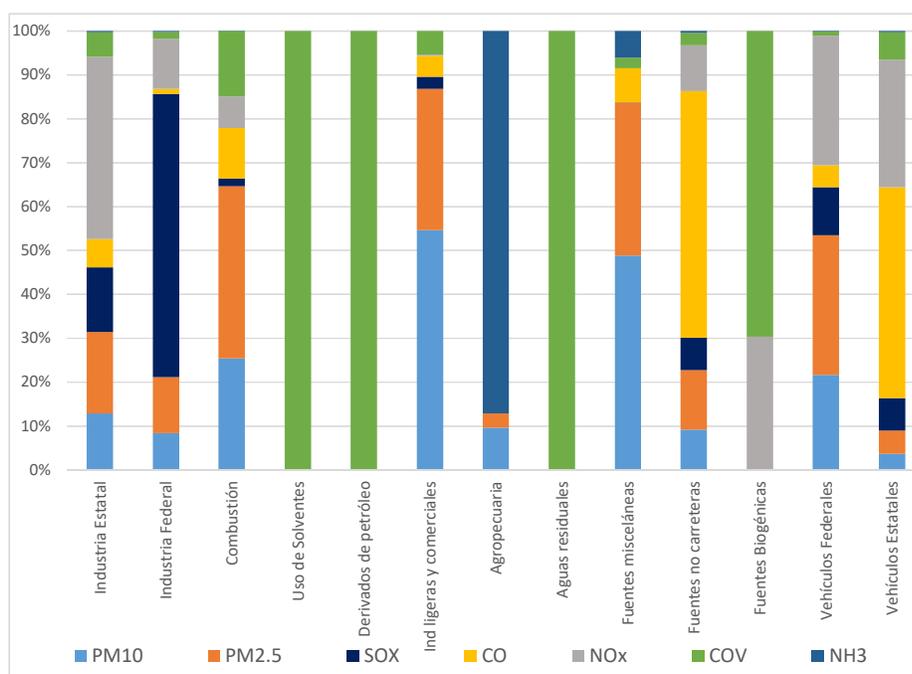
CATEGORÍA	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Almacenamiento y transporte de derivados del petróleo							
Manejo y distribución de gas licuado del petróleo	-	-	-	-	-	6,202.88	-
Manejo y distribución de gasolinas y diesel	-	-	-	-	-	3,254.45	-
Fuentes industriales ligeras y comerciales							
Actividades de construcción	877.08	138.05	-	-	-	-	-
Asados al carbón	162.97	130.08	-	324.45	5.98	20.93	-
Panificación	-	-	-	-	-	19.98	-
Ladrilleras	193.63	185.62	23.45	1,438.87	18.43	1,287.12	-
Agropecuaria							
Aplicación de fertilizantes	-	-	-	-	-	-	18,356.91
Aplicación de plaguicidas	-	-	-	-	-	67.87	-
Actividades ganaderas	119.53	13.65	-	-	-	-	12,762.17
Labranza	1,081.56	239.78	-	-	-	-	-
Aguas residuales							
Aguas residuales tratadas	-	-	-	-	-	528.71	-
Aguas residuales sin tratar	-	-	-	-	-	262.29	-
Fuentes misceláneas							
Incendios de construcciones	0.07	0.07	-	1.14	0.03	0.05	-
Incendios Forestales	7.59	6.44	0.70	75.32	2.24	3.73	0.76
Quemas agrícolas	1,403.59	1,355.74	-	10,639.45	-	859.83	-
Transpiración y respiración humana	-	-	-	-	-	-	512.85
Uso doméstico de amoníaco	-	-	-	-	-	-	46.88
Cigarrillos	-	-	-	-	-	-	2.63
Pañales desechables	-	-	-	-	-	-	31.94
Otros desechos humanos	-	-	-	-	-	-	46.88
Perros y gatos	-	-	-	-	-	-	1,045.44
Esterilización de material hospitalario	-	-	-	-	-	1,368.62	-
Bancos de materiales	0.06	0.02	-	-	-	-	-
Fuentes no carreteras							
Operación de aeronaves	-	-	0.15	158.32	0.84	5.20	-
Locomotoras	0.02	0.02	0.05	0.09	0.72	0.03	-
Terminal de autobuses	1.73	1.60	0.31	1.40	6.91	0.16	0.25
FUENTES NATURALES	-	-	-	-	8,707.75	48,815.08	-
Biogénicas					8,707.75	48,815.08	
FUENTES MOVILES	817.66	739.02	543.04	149,930.15	24,726.92	13,041.43	208.20
Motocicletas	21.80	19.28	48.93	16,727.35	819.67	1,043.89	42.15
Autos particulares	179.98	159.24	259.69	70,773.48	12,981.32	7,177.80	112.84
Taxis	0.64	0.57	4.32	562.57	144.91	47.63	1.87
Camionetas SUV	2.31	2.06	1.83	787.63	113.08	60.44	0.61
Pick up	161.58	143.88	114.23	48,367.20	6,504.57	3,843.98	35.69
Combi/Vagoneta	5.08	4.60	2.37	767.32	121.20	64.37	0.55
Vehículos < a 3.8 t. locales	28.47	25.92	12.17	3,412.55	525.82	250.81	2.82
Vehículos < a 3.8 t. federales	12.91	11.88	4.73	208.89	101.20	15.26	0.70
Autobuses	65.44	59.93	13.78	1,081.08	541.68	61.52	0.88
Micros Colectivos	1.75	1.55	0.33	192.87	16.79	8.55	0.05
Vehículos > a 3.8 t. locales	184.50	169.18	48.03	6,612.87	1,542.58	396.60	8.04
Vehículos > a 3.8 t. federales	72.41	66.61	9.79	152.97	303.60	28.80	0.88
Tractocamiones locales	53.60	49.31	16.27	218.11	749.73	32.82	0.80
Tractocamiones federales	27.18	25.01	6.58	65.26	260.75	8.96	0.32
TOTAL ESTATAL	8,596.07	6,469.50	3,784.70	183,219.06	42,761.48	118,442.02	33,131.85

Tabla 10. Contribución porcentual por categoría

CATEGORÍA	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES FIJAS	17.20	20.06	83.39	1.46	18.64	4.50	0.35
Industrias de Competencia Federal							
Automotriz	0.32	0.35	0.01	0.02	0.12	0.51	0.00
Celulosa y papel	0.74	0.72	23.06	0.09	0.55	0.33	0.02
Cemento y cal	4.82	6.06	0.82	0.20	1.23	0.00	0.00
Generación de energía eléctrica	5.15	6.84	1.87	0.63	11.36	0.10	0.22
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	0.58	0.74	0.03	0.10	0.60	0.13	0.02
Petróleo y petroquímica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	-
Pinturas y tintas	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.21	0.00
Química	0.43	0.48	51.26	0.07	0.49	0.56	0.02
Tratamiento de residuos peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Vidrio	1.87	2.45	0.05	0.14	2.30	0.03	0.03
Industrias de Competencia Estatal							
Accesorios, aparatos eléctricos, y equipos de generación eléctrica	0.40	0.41	0.05	0.02	0.15	0.50	0.00
Alimentos y bebidas	1.64	0.78	5.99	0.12	1.16	0.02	0.02
Almacenamiento de combustibles	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Extracción/beneficio minerales no metálicos	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impresión	0.14	0.15	0.00	0.00	0.01	0.74	0.00
Industria textil	0.12	0.15	0.02	0.05	0.45	0.04	0.01
Madera	0.00	0.00	-	-	-	0.00	-
Manejo de desechos y remediación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	-
Metálico	0.57	0.54	0.05	0.01	0.09	0.92	0.00
Mezclas químicas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Minerales no metálicos	0.18	0.16	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00
Otros	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Papel y cartón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Plástico y hule	0.12	0.11	0.01	0.00	0.03	0.29	0.00
FUENTES DE ÁREA	73.29	68.52	2.27	16.70	3.18	43.27	99.02
Combustion Industrial							
Gas L. P.	0.03	0.04	0.00	0.01	0.19	0.00	-
Gas natural	0.24	0.32	0.04	0.13	1.79	0.01	-
Diésel	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00
Combustión Comercial							
Gas L. P.	0.04	0.05	0.01	0.01	0.25	0.00	-
Gas natural	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	-
Combustión Residencial							
Gas L. P.	0.04	0.05	0.01	0.01	0.25	0.00	-
Gas natural	0.04	0.05	0.01	0.02	0.09	0.00	-
Leña	28.11	35.96	0.74	9.63	0.42	13.50	-
Combustión Agropecuario							
Gas L. P.	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	-
Diesel	0.01	0.01	0.77	0.00	0.02	0.00	-
Uso de Solventes							
Artes gráficas	-	-	-	-	-	1.80	-
Aplicación de asfalto	-	-	-	-	-	0.04	-
Lavado en seco	-	-	-	-	-	0.45	-
Pintura automotriz	-	-	-	-	-	0.36	-
Pintura para señalización vial	-	-	-	-	-	0.04	-
Recubrimiento de superficies industriales	-	-	-	-	-	2.07	-
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	-	-	-	-	-	2.34	-
Uso Doméstico de Solventes							
Productos en aerosol	-	-	-	-	-	0.08	-
Productos domésticos	-	-	-	-	-	0.62	-
Productos de cuidado personal	-	-	-	-	-	1.81	-
Productos de cuidado automotriz	-	-	-	-	-	1.05	-
Adhesivos y selladores	-	-	-	-	-	0.45	-
Pesticidas comerciales y domésticos	-	-	-	-	-	1.39	-
Productos misceláneos	-	-	-	-	-	0.05	-
Limpieza de superficies industriales	-	-	-	-	-	5.47	-

Continuación Tabla 7. Contribución porcentual por categoría

CATEGORÍA	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Almacenamiento y transporte de derivados del petróleo	-	-	-	-	-	-	-
Manejo y distribución de gas licuado del petróleo	-	-	-	-	-	5.24	-
Manejo y distribución de gasolinas y diesel	-	-	-	-	-	2.75	-
Fuentes industriales ligeras y comerciales	-	-	-	-	-	-	-
Actividades de construcción	10.20	2.13	-	-	-	-	-
Asados al carbón	1.90	2.01	-	0.18	0.01	0.02	-
Panificación	-	-	-	-	-	0.02	-
Ladrilleras	2.25	2.87	0.62	0.79	0.04	1.09	-
Agropecuaria	-	-	-	-	-	-	-
Aplicación de fertilizantes	-	-	-	-	-	-	55.41
Aplicación de plaguicidas	-	-	-	-	-	0.06	-
Actividades ganaderas	1.39	0.21	-	-	-	-	38.52
Labranza	12.58	3.71	-	-	-	-	-
Aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
Aguas residuales tratadas	-	-	-	-	-	0.45	-
Aguas residuales sin tratar	-	-	-	-	-	0.22	-
Fuentes misceláneas	-	-	-	-	-	-	-
Incendios de construcciones	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
Incendios Forestales	0.09	0.10	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00
Quemas agrícolas	16.33	20.96	-	5.81	-	0.73	-
Transpiración y respiración humana	-	-	-	-	-	-	1.55
Uso doméstico de amoníaco	-	-	-	-	-	-	0.14
Cigarrillos	-	-	-	-	-	-	0.01
Pañales desechables	-	-	-	-	-	-	0.10
Otros desechos humanos	-	-	-	-	-	-	0.14
Perros y gatos	-	-	-	-	-	-	3.16
Esterilización de material hospitalario	-	-	-	-	-	1.16	-
Bancos de materiales	0.00	0.00	-	-	-	-	-
Fuentes no carreteras	-	-	-	-	-	-	-
Operación de aeronaves	-	-	0.00	0.09	0.00	0.00	-
Locomotoras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
Terminal de autobuses	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
FUENTES NATURALES	-	-	-	-	20.36	41.21	-
Biogénicas	-	-	-	-	20.36	41.21	-
FUENTES MOVILES	9.51	11.42	14.35	81.83	57.83	11.01	0.63
Motocicletas	0.25	0.30	1.29	9.13	1.92	0.88	0.13
Autos particulares	2.09	2.46	6.86	38.63	30.36	6.06	0.34
Taxis	0.01	0.01	0.11	0.31	0.34	0.04	0.01
Camionetas SUV	0.03	0.03	0.05	0.43	0.26	0.05	0.00
Pick up	1.88	2.22	3.02	26.40	15.21	3.25	0.11
Combi/Vagoneta	0.06	0.07	0.06	0.42	0.28	0.05	0.00
Vehículos < a 3.8 t. locales	0.33	0.40	0.32	1.86	1.23	0.21	0.01
Vehículos < a 3.8 t. federales	0.15	0.18	0.13	0.11	0.24	0.01	0.00
Autobuses	0.76	0.93	0.36	0.59	1.27	0.05	0.00
Micros Colectivos	0.02	0.02	0.01	0.11	0.04	0.01	0.00
Vehículos > a 3.8 t. locales	2.15	2.61	1.27	3.61	3.61	0.33	0.02
Vehículos > a 3.8 t. federales	0.84	1.03	0.26	0.08	0.71	0.02	0.00
Tractocamiones locales	0.62	0.76	0.43	0.12	1.75	0.03	0.00
Tractocamiones federales	0.32	0.39	0.17	0.04	0.61	0.01	0.00
TOTAL ESTATAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Gráfica 2. Distribución de emisión por categoría por contaminante.

IV. 3 Emisiones por municipio.

En la tabla 8, se muestran las emisiones generadas por municipio y en la tabla 9 su contribución porcentual, observando que los municipios que tienen una mayor aportación de emisiones son Querétaro, San Juan del Río, Pedro Escobedo, El Marqués, y Amealco de Bonfil.

Es el municipio de Querétaro, tiene la mayor aportación de PM₁₀ (21.56%), PM_{2.5} (18.54%), SOx (53.94%), CO (45.24%), NOx (37.41%) y COV (24.99%).

San Juan del Río, es el segundo municipio aportador de emisiones de SOx (28,96%), CO (12.98%) y NH₃ (15.26%), el Tercer lugar de emisiones de PM₁₀ (10.74%), PM_{2.5} (10.81%), NOx (11.79%) y COV (9.78%).

Pedro Escobedo, es el segundo municipio aportador de emisiones de PM_{2.5} (11.31%) y NOx (13.40%) y el Tercer lugar de emisiones NH₃ (13.36%).

Amealco de Bonfil, ocupa el primer lugar como aportador de emisiones de NH₃ (20.13%).

El Marqués, ocupa el segundo lugar como aportador de emisiones de PM₁₀ (11.62%).

Jalpa de Serra, ocupa el segundo lugar como aportador de emisiones de COV (13.20%).

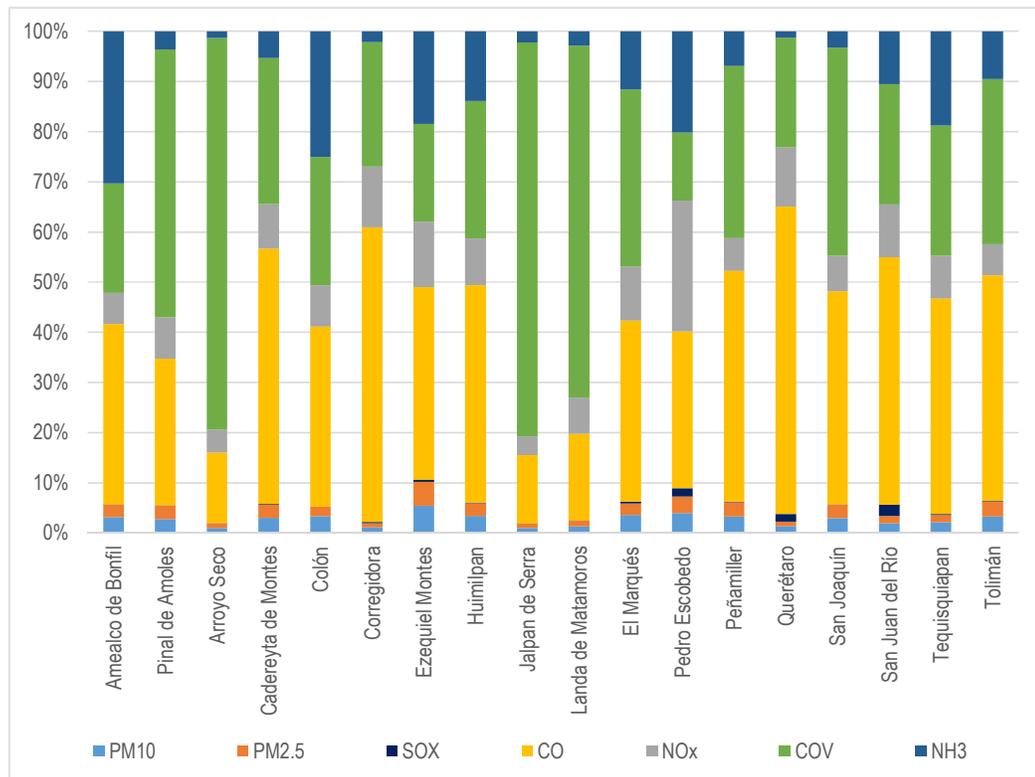
En lo que respecta a las emisiones de carbono negro CN, Querétaro tiene la mayor emisión (27.04%), seguido de Amealco (15.72%) y San Juan del Río (13.04%).

Tabla 11. Emisiones totales por municipio

MUNICIPIO	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	684.37	551.45	17.46	7,908.29	1,374.09	4,794.06	6,670.09
Pinal de Amoles	253.79	241.11	4.75	2,688.89	759.13	4,903.82	332.32
Arroyo Seco	108.61	95.48	3.08	1,523.60	492.07	8,436.97	144.33
Cadereyta de Montes	421.28	367.68	18.28	7,056.48	1,237.38	4,042.36	737.26
Colón	448.54	252.21	11.40	4,840.29	1,114.79	3,445.95	3,379.24
Corregidora	248.34	172.26	63.16	12,867.58	2,657.71	5,435.30	473.66
Ezequiel Montes	539.92	471.78	41.26	3,816.22	1,305.72	1,931.35	1,833.28
Huimilpan	306.97	233.24	8.70	3,951.52	850.59	2,498.06	1,262.93
Jalpan de Serra	194.30	176.71	5.97	2,716.25	746.86	15,633.77	440.27
Landa de Matamoros	108.55	96.20	3.19	1,433.49	600.50	5,826.19	236.35
El Marqués	998.83	650.37	90.27	10,102.39	3,007.80	9,864.84	3,239.23
Pedro Escobedo	865.44	731.80	350.01	6,878.89	5,729.14	2,987.14	4,427.10
Peñamiller	128.22	116.10	3.45	1,825.52	258.64	1,362.53	273.32
Querétaro	1,853.07	1,198.15	2,041.38	82,885.99	15,998.76	29,593.70	1,640.22
San Joaquín	70.34	65.46	2.03	1,028.51	171.86	1,004.19	77.69
San Juan del Río	923.32	699.62	1,095.98	23,775.02	5,043.15	11,589.05	5,054.53
Tequisquiapan	265.31	192.23	19.44	5,504.89	1,084.02	3,322.39	2,401.91
Tolimán	176.88	157.66	4.91	2,415.24	329.28	1,769.36	508.10
TOTAL	8,596.07	6,469.50	3,784.70	183,219.06	42,761.48	118,441.02	33,131.85

Tabla 12. Contribución porcentual por municipio por contaminante

MUNICIPIO	EMISIONES %						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	7.96	8.52	0.46	4.32	3.21	4.05	20.13
Pinal de Amoles	2.95	3.73	0.13	1.47	1.78	4.14	1.00
Arroyo Seco	1.26	1.48	0.08	0.83	1.15	7.12	0.44
Cadereyta de Montes	4.90	5.68	0.48	3.85	2.89	3.41	2.23
Colón	5.22	3.90	0.30	2.64	2.61	2.91	10.20
Corregidora	2.89	2.66	1.67	7.02	6.22	4.59	1.43
Ezequiel Montes	6.28	7.29	1.09	2.08	3.05	1.63	5.53
Huimilpan	3.57	3.61	0.23	2.16	1.99	2.11	3.81
Jalpan de Serra	2.26	2.73	0.16	1.48	1.75	13.20	1.33
Landa de Matamoros	1.26	1.49	0.08	0.78	1.40	4.92	0.71
El Marqués	11.62	10.05	2.39	5.51	7.03	8.33	9.78
Pedro Escobedo	10.07	11.31	9.25	3.75	13.40	2.52	13.36
Peñamiller	1.49	1.79	0.09	1.00	0.60	1.15	0.82
Querétaro	21.56	18.52	53.94	45.24	37.41	24.99	4.95
San Joaquín	0.82	1.01	0.05	0.56	0.40	0.85	0.23
San Juan del Río	10.74	10.81	28.96	12.98	11.79	9.78	15.26
Tequisquiapan	3.09	2.97	0.51	3.00	2.54	2.81	7.25
Tolimán	2.06	2.44	0.13	1.32	0.77	1.49	1.53
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Gráfica 3. Porcentaje de emisión por contaminante por municipio.

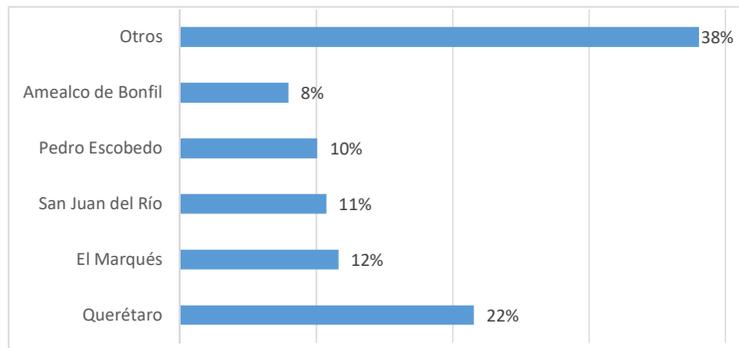
IV.4 Emisiones por contaminante

IV.4.1 Partículas PM₁₀

Los municipios con mayor contribución de Partículas menores a diez micrómetros PM₁₀ son: Querétaro (22%), El Marqués (12%), San Juan del Río (11%), Pedro Escobedo (10%) y Amealco de Bonfil (8%). Gráfica 4.

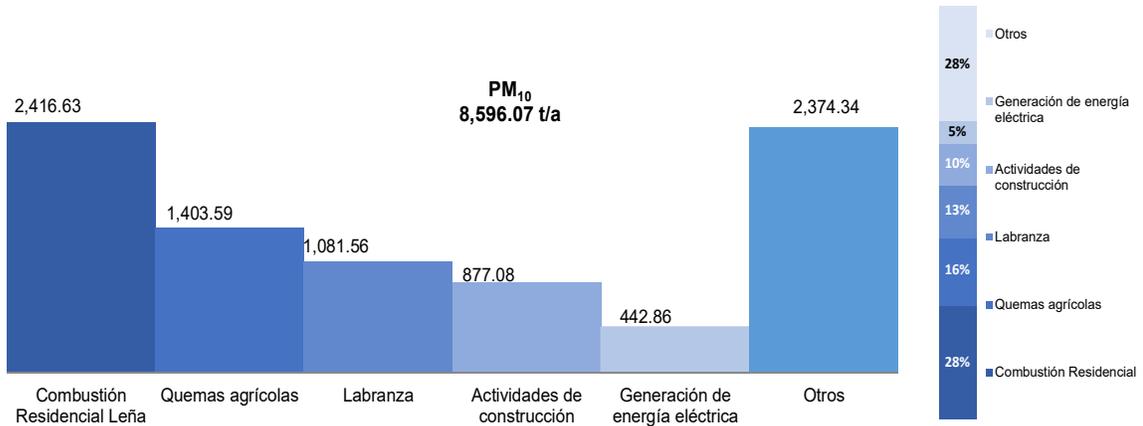
Tabla 13. Municipios con mayores emisores de partículas PM₁₀

MUNICIPIO	PM ₁₀ (t/a)
Querétaro	1,853.07
El Marqués	998.83
San Juan del Río	923.32
Pedro Escobedo	865.44
Amealco de Bonfil	684.37
Otros	3,271.05
Total	8,596.07



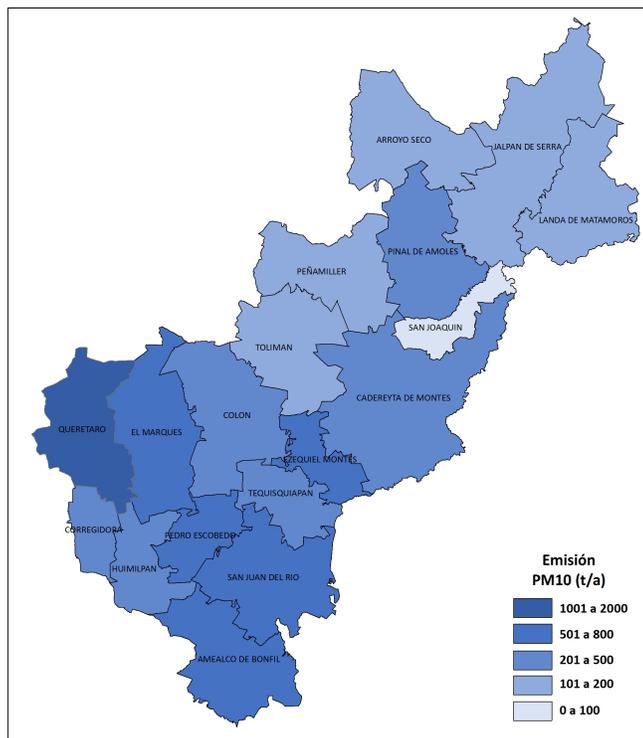
Gráfica 4. Municipios con mayor contribución de Partículas PM₁₀

Las principales categorías o sectores de emisión de PM₁₀ son la combustión residencial con leña (28%), Quemadas agrícolas (16%), labranza (13%), actividades de construcción (10%) y generación de energía eléctrica (5%). Gráfica 5.



Gráfica 5. Principales categorías contribuyentes de PM₁₀.

En el mapa 3, se muestra una representación geográfica de cómo están distribuidas las emisiones de PM₁₀ por municipio, observando que se emiten en la zona de mayor desarrollo del estado.



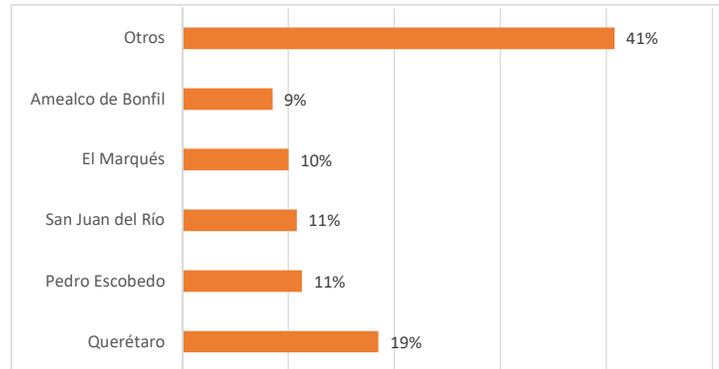
Mapa 3. Distribución geográfica de emisiones de PM₁₀.

IV.4.2 Partículas PM_{2.5}

Los municipios con mayor contribución de Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) son: Querétaro (19%), Pedro Escobedo (11%) San Juan del Río (11%) El Marqués (10%) y Amealco (9%). Gráfica 6.

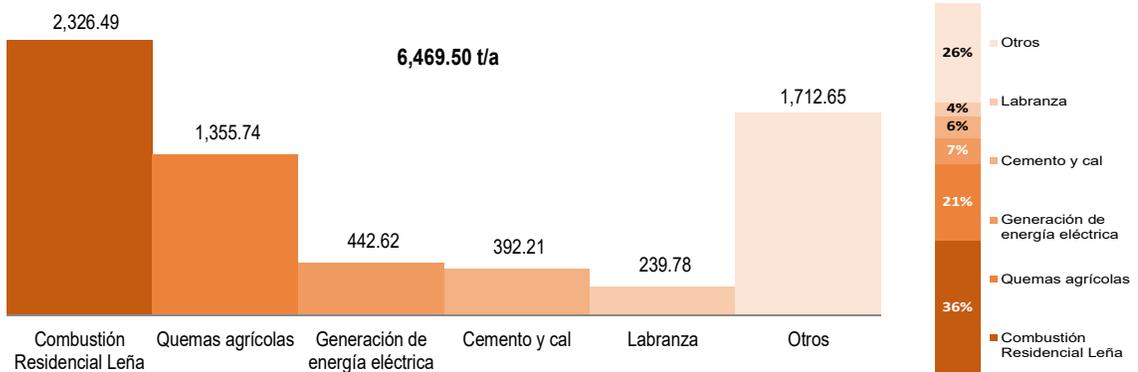
Tabla 14. Municipios con mayores emisores de partículas PM_{2.5}

MUNICIPIO	PM _{2.5} (t /a)
Querétaro	1,198.15
Pedro Escobedo	731.80
San Juan del Río	699.62
El Marqués	650.37
Amealco de Bonfil	551.45
Otros	2,638.11
Total	6,469.50



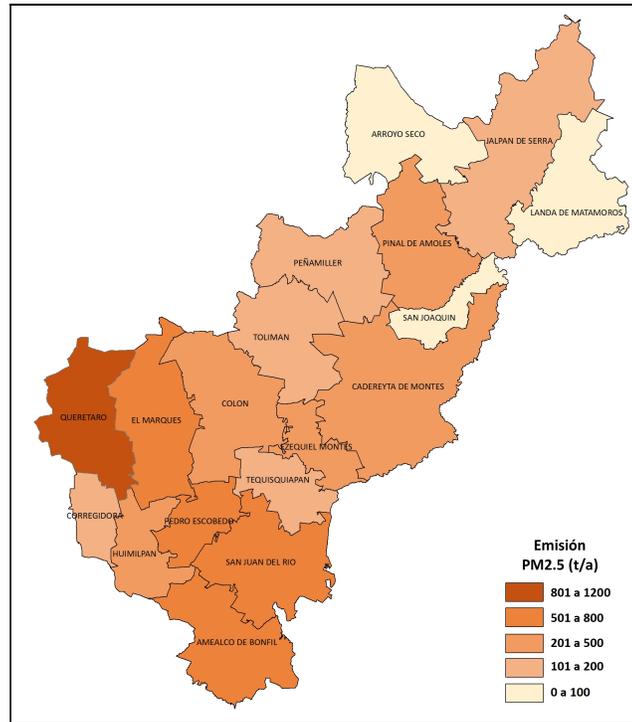
Gráfica 6. Municipios con mayor contribución de Partículas PM_{2.5}

Las principales categorías o sectores de emisión son combustión residencial de leña (36%), quemas agrícolas (21%), generación de energía eléctrica (7%), industria de cemento y cal (6%) y labranza (4%). Gráfica 7.



Gráfica 7. Principales contribuyentes de PM_{2.5}

Estas emisiones también se centran en la zona de mayor desarrollo del estado principalmente en las zonas metropolitanas de Querétaro y San Juan de Río. Mapa 4.



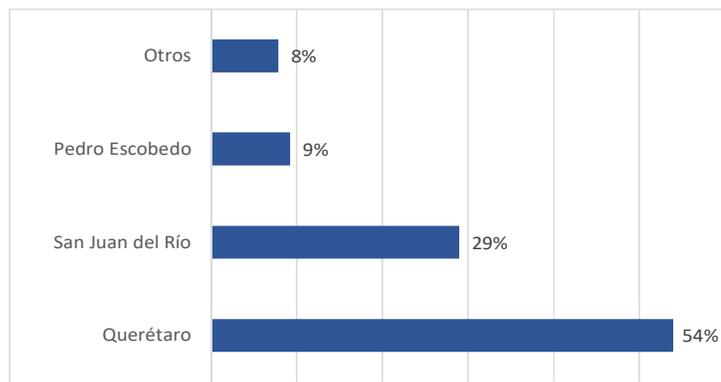
Mapa 4. Distribución geográfica de emisiones de PM_{2.5}.

IV.4.3 Óxidos de Azufre (SO_x)

Los municipios con mayor contribución de óxidos de azufre son Querétaro (54%), San Juan del Río (29%) y Pedro Escobedo (9%) (Gráfica 8).

Tabla 15. Municipios con mayores emisores de SO_x

MUNICIPIO	SO _x (t /a)
Querétaro	2,041.38
San Juan del Río	1,095.98
Pedro Escobedo	350.01
Otros	297.34
Total	3,784.70



Gráfica 8. Municipios con mayor contribución de SO_x

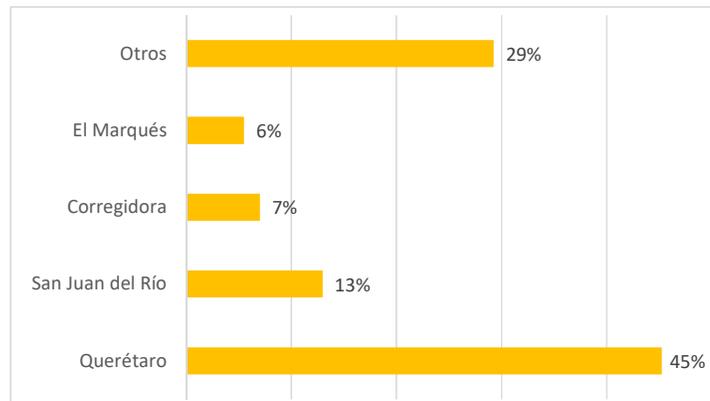
Las categorías o sectores que contribuyen en mayor proporción son la industria química (51%), celulosa y papel (23%) y autos particulares (7%). Gráfica 9.

IV.4.4 Monóxido de Carbono CO

Las emisiones de monóxido de carbono se generan en una mayor proporción en los municipios de Querétaro (45%), San Juan del Río (13%), Corregidora (7%) y El Marqués (6%).

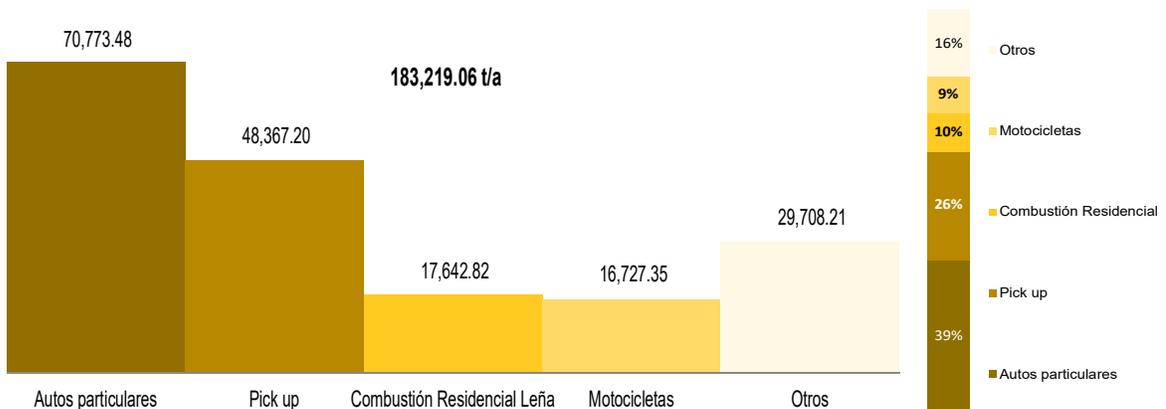
Tabla 16. Municipios con mayores emisores de CO

MUNICIPIO	CO (t/a)
Querétaro	82,885.99
San Juan del Río	23,775.02
Corregidora	12,867.58
El Marqués	10,102.39
Otros	53,588.08
Total	183,219.06



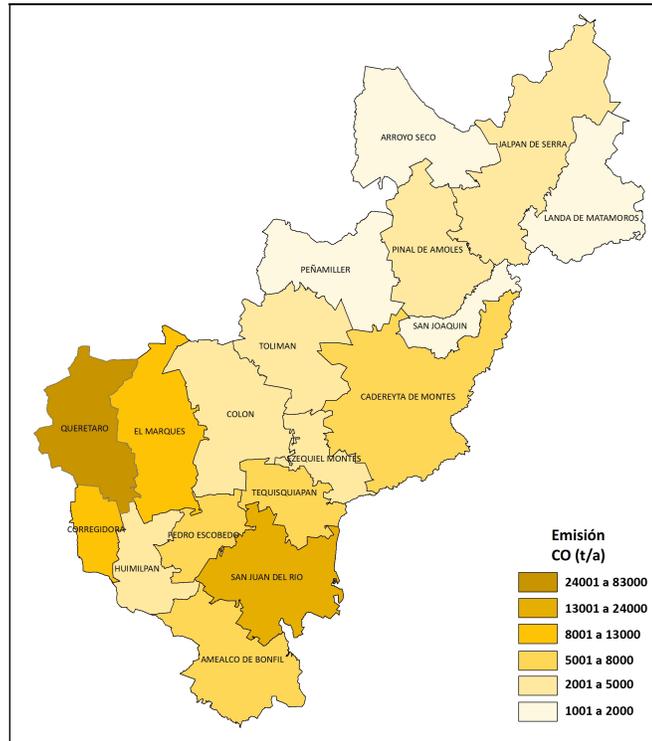
Gráfica 10. Municipios con mayor contribución de CO

Los contribuyentes principales son autos particulares (39%), camionetas pick up (26%), combustión residencial de leña (10%) y motocicletas (9%). Grafica 11.



Gráfica 11. Principales contribuyentes de CO.

Observando que la contribución más significativa se genera zona metropolitana de Querétaro y San Juan de Río. Mapa 6.



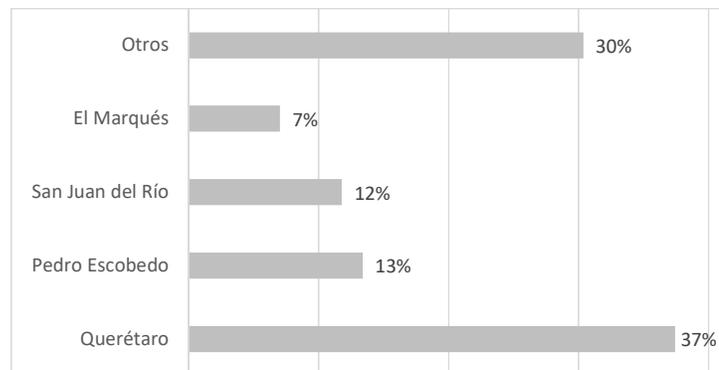
Mapa 6. Distribución geográfica de emisiones de CO.

IV.4.5 Óxidos de Nitrógeno (NOx)

Las emisiones de óxidos de nitrógeno se identificaron en una mayor proporción en los municipios de Querétaro (37%), Pedro Escobedo (13%), San Juan del Río (12%) y El Marqués (7%),

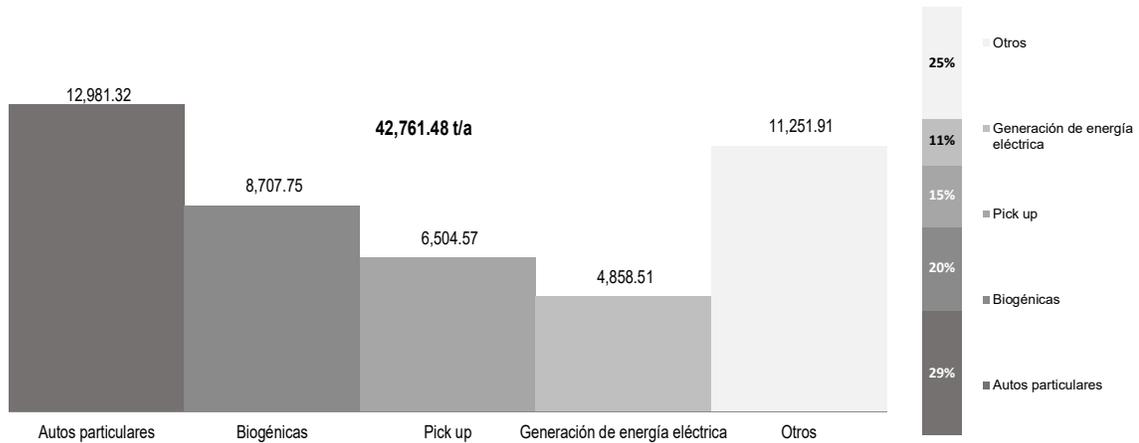
Tabla 17. Municipios con mayores emisores de NOx

MUNICIPIO	NOx (t/a)
Querétaro	15,998.76
Pedro Escobedo	5,729.14
San Juan del Río	5,043.15
El Marqués	3,007.80
Otros	12,982.62
Total	42,761.48



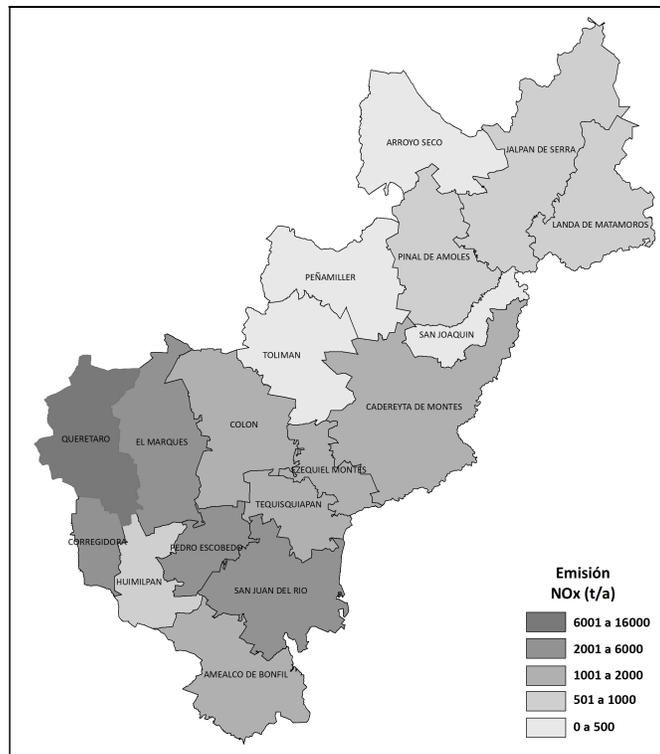
Gráfica 12. Municipios con mayor contribución de NOx

Las categorías o sectores de mayor contribución son: autos particulares (29%), biogénicas (20%), camionetas pick up (15%) y generación de energía eléctrica (11%). Grafica 13.



Gráfica 13. Principales contribuyentes de NOx.

La contribución más significativa de NOx se genera también en el municipio de Querétaro y la región de mayor desarrollo del estado. Mapa 7.



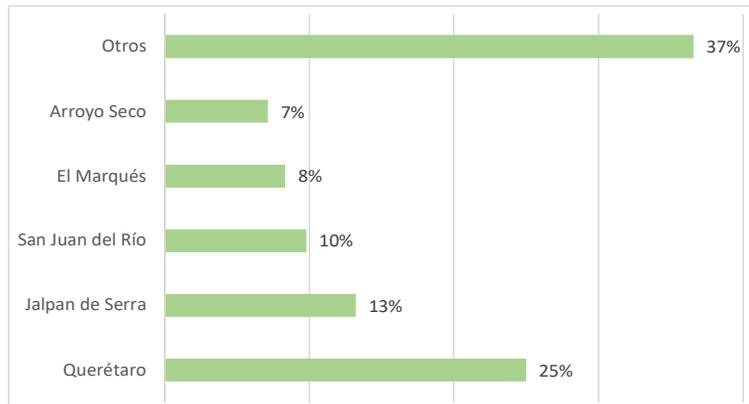
Mapa 7. Distribución geográfica de emisiones de NOx.

IV.4.6 Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles en mayor proporción se presentan en los municipios de Querétaro (25%), Jalpa de Serra (13%), San Juan del Río (10%), El Marqués (8%) y Arroyo Seco (7%).

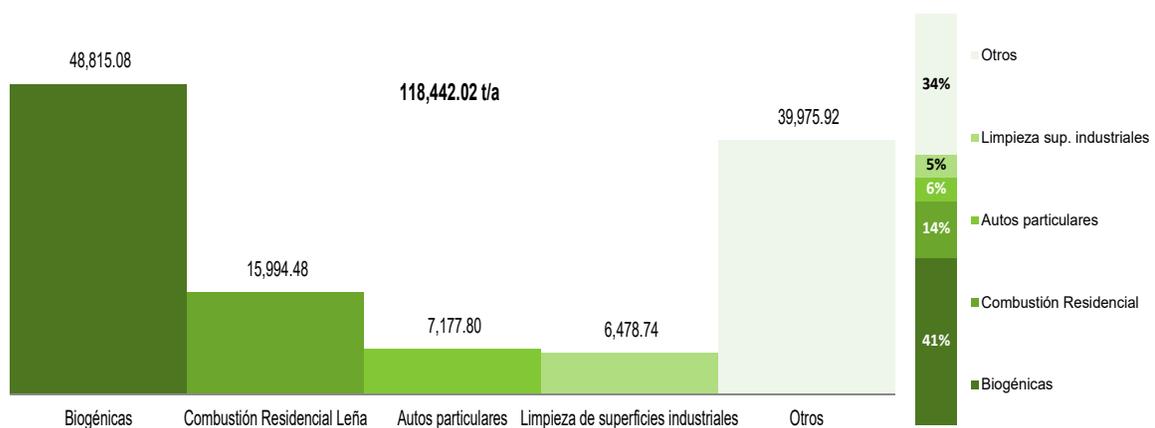
Tabla 18. Municipios con mayores emisores de COV

MUNICIPIO	COV (t/a)
Querétaro	29,593.70
Jalpa de Serra	15,633.77
San Juan del Río	11,589.05
El Marqués	9,864.84
Arroyo Seco	8,436.97
Otros	43,323.70
Total	118,442.02



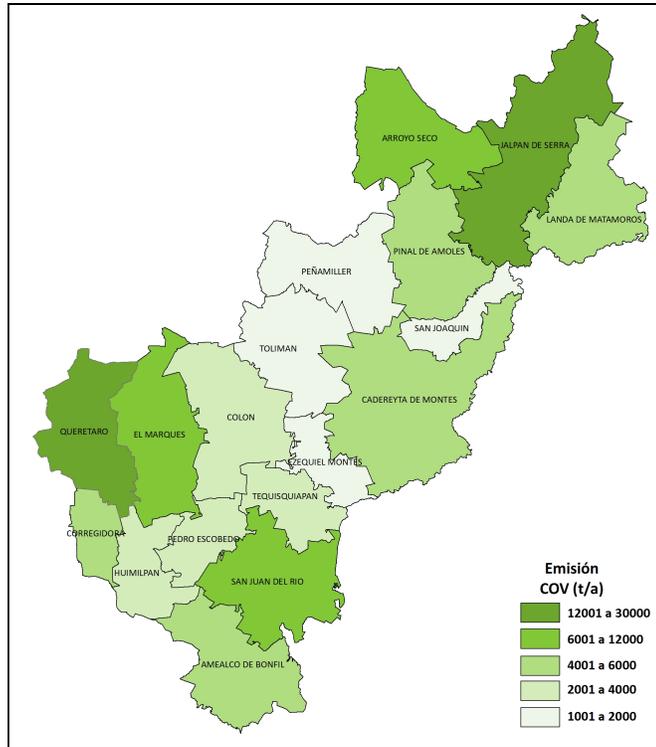
Gráfica 14. Municipios con mayor contribución de COV

Las principales categorías o sectores que contribuyen son las fuentes biogénicas (41%), combustión residencial de leña (14%), autos particulares (6%) y limpieza de superficies industriales y manejo (5%). Grafica 15.



Gráfica 15. Principales contribuyentes de COV.

La contribución más significativa se observa en la zona de Querétaro y zona norte en el municipio de Jalpan de Serra.



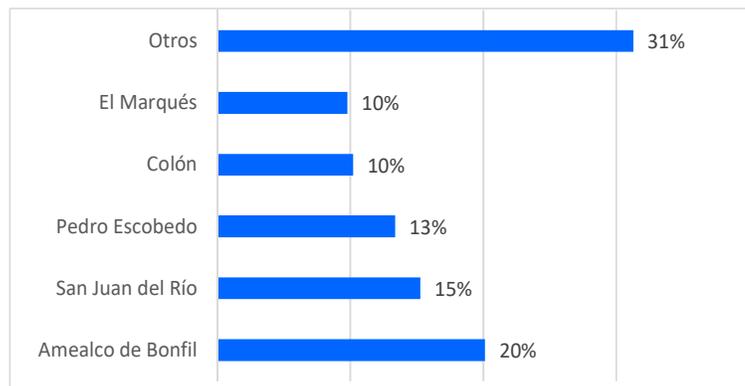
Mapa 8. Distribución geográfica de emisiones de COV.

IV.4.7 Amoniaco (NH₃)

El amoniaco se identificó en mayor proporción en los municipios de Amealco (20%), San Juan del Río (15%), Pedro Escobedo (13%), Colón y el Marqués (10%). Grafica 16.

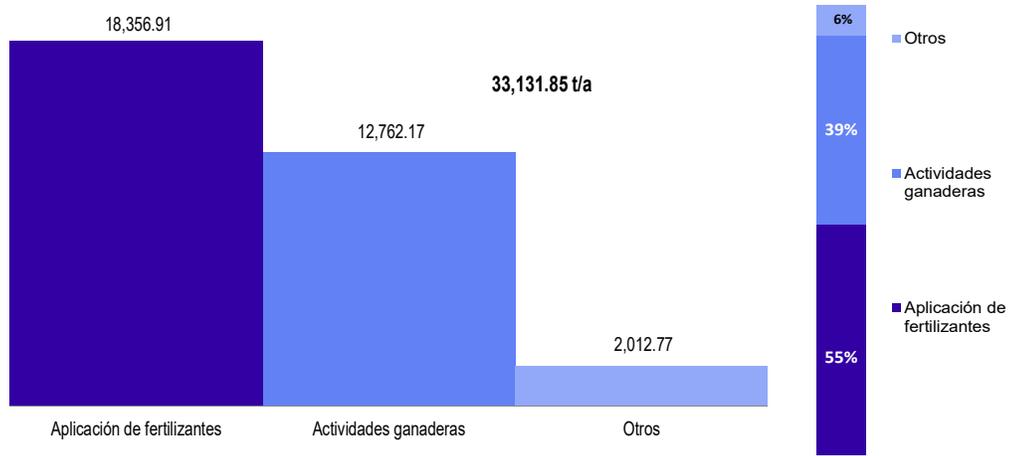
Tabla 19. Municipios con mayores emisores de NH₃

MUNICIPIO	NH ₃ (t/a)
Amealco de Bonfil	6,670.09
San Juan del Río	5,054.53
Pedro Escobedo	4,427.10
Colón	3,379.24
El Marqués	3,239.23
Otros	10,361.65
Total	33,131.85



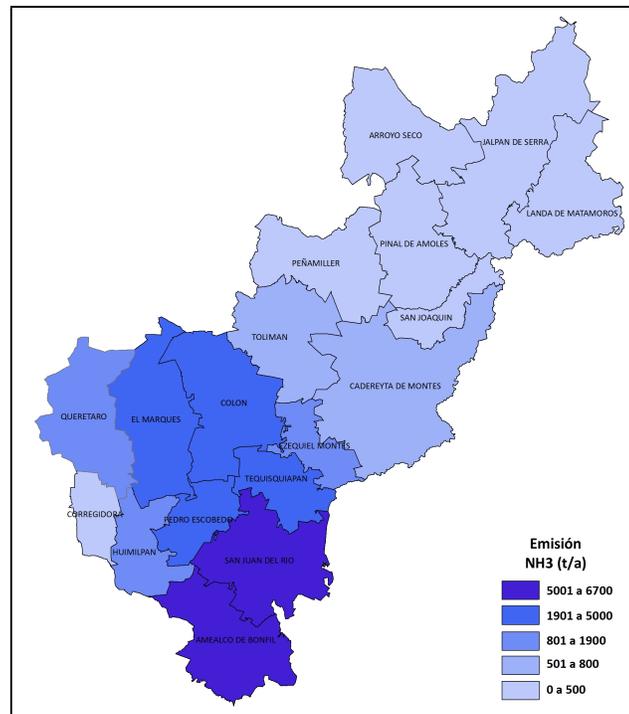
Gráfica 16. Municipios con mayor contribución de NH₃

Las principales categorías o sectores que contribuyen es la aplicación de fertilizante (55%) y actividades ganaderas (39%). Grafica 17.



Gráfica 17. Principales contribuyentes de NH₃.

La contribución más significativa se genera en la zona suroeste en Amealco y San Juan del Río.



Mapa 9. Distribución geográfica de emisiones de NH₃.

IV. Resultados por fuente de emisión

IV.1 Fuentes Fijas

Se define como fuente fija a toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmosfera⁸. Son reguladas dependiendo de su proceso y/o actividad por la autoridad federal, estatal o municipal.

Las emisiones generadas por estas fuentes a la atmosfera, son principalmente las derivadas de procesos de combustión de combustibles fósiles, procesos de manufactura y por almacenamiento y transporte de materiales y productos. Conforme al Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, cada fuente debe obtener su licencia de funcionamiento para operar, además de tener la obligación de manera anual de presentar la Cedula de Operación Anual (COA) a través de la cual se actualiza la información y se contabilizan la emisiones.

Tabla 20. Subsectores considerados en la categoría de fuentes fijas

Clave Scian ^a	Sector Industrial	Federal ^b	Estatal ^c
335	Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	-	40
311	Alimentos y bebidas	-	44
493	Almacenamiento de combustibles	-	1
336	Automotriz	18	3
322	Celulosa y papel	8	-
327	Cemento y cal	4	-
212	Extracción beneficios minerales no metálicos	-	4
221	Generación de energía eléctrica	2	-
323	Impresión	-	15
314	Industria textil	-	3
321	Industria de la Madera	-	1
562	Manejo de desechos y remediación	2	6
332	Metálico	-	56
331	Metalúrgica (Incluye siderúrgica)	13	-
325	Mezclas químicas	-	11
327	Minerales no metálicos	-	10
339	Otros	-	9

⁸ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. DOF 25 noviembre 1988, última reforma 31 de octubre de 2014.

Continuación tabla 17. Subsectores considerados en la categoría de fuentes fijas

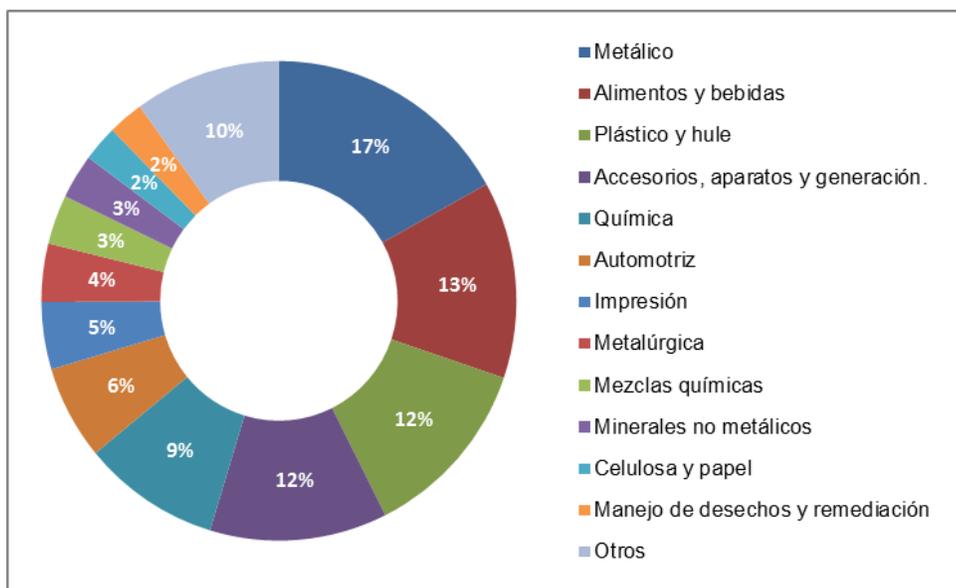
Clave Scian ^a	Sector Industrial	Federal ^b	Estatad ^c
341	Papel y cartón	-	4
493	Petróleo y petroquímica	1	-
325	Pinturas y tintas	1	-
326	Plástico y hule	-	41
325	Química	31	-
327	Vidrio	3	-
Total		83	248

^a Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

^b Información proporcionada por SEMARNAT/ Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y RETC.

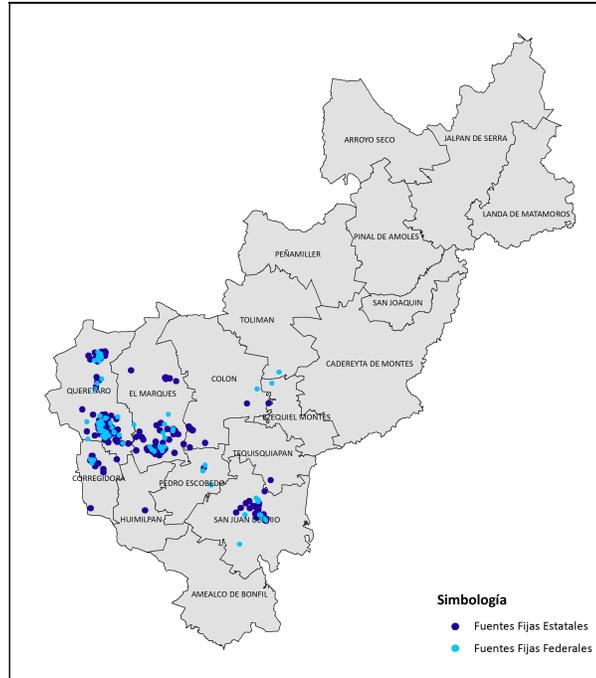
^c Información proporcionada por SEDESU.

La distribución de las subcategorías evaluadas se presenta en la gráfica 18, identificando que la mayor cantidad de establecimientos industriales corresponde a la fabricación de productos metálicos (17%), seguida de alimentos y bebidas (13%), plástico y hule (12%), así como aparatos eléctricos y equipo de generación eléctrica (12%), industria química (9%), automotriz (6%), por otro lado con el 5% y 4%, se encuentran: impresión y metalúrgica respectivamente, con una contribución del 3% están: mezclas químicas y minerales no metálicos, asimismo con el 2% están: celulosa y papel, así como manejo de desechos y remediación, por ultimo con el 1% otros sectores.



Gráfica 18. Distribución de subsectores evaluados como fuente fija.

La representación geográfica de las fuentes de emisión estimadas se muestra en el mapa 10, observando que se ubican principalmente en las zonas metropolitanas de Querétaro y San Juan del Río.



Mapa 10. Ubicación geográfica de fuentes fijas estimadas.

IV.1.1 Metodología fuentes fijas

La metodología utilizada para la estimación de fuentes fijas, fue la establecida en los Manuales de Inventarios de Emisiones para México, AirChief-12 (USEPA, 2009) y métodos de cálculo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) AP-42.

La información requerida para la estimación fue obtenida de las Cédulas de Operación Anual federales y estatales, de donde se recopiló información referente a: tipo de proceso, equipos, consumo y tipo de combustibles, materias primas y cantidad y tipo de productos. A la información recabada se le realizó un proceso de aseguramiento de control de calidad, considerando la variabilidad en los procesos, equipo, materias primas.

La información con la que se contó fue la de Cédulas de Operación Anual. Toda la información recopilada para la estimación fue integrada en la base de datos de industria, para lo cual se utilizó el formato DATGEN9 proporcionado por la SEMARNAT.

⁹ Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, SEMARNAT.

IV.1.2 Emisiones de fuentes fijas

Las emisiones anuales estimadas generadas por fuentes fijas en el estado de Querétaro en 2015, fueron 1,478.27 toneladas de PM₁₀, 1,297.60 toneladas de PM_{2.5}, 3,155.92 toneladas de SO_x, 2,682.53 toneladas de CO, 7,969.02 toneladas de NO_x, 5,334.33 toneladas de COV y 116.56 toneladas de NH₃.

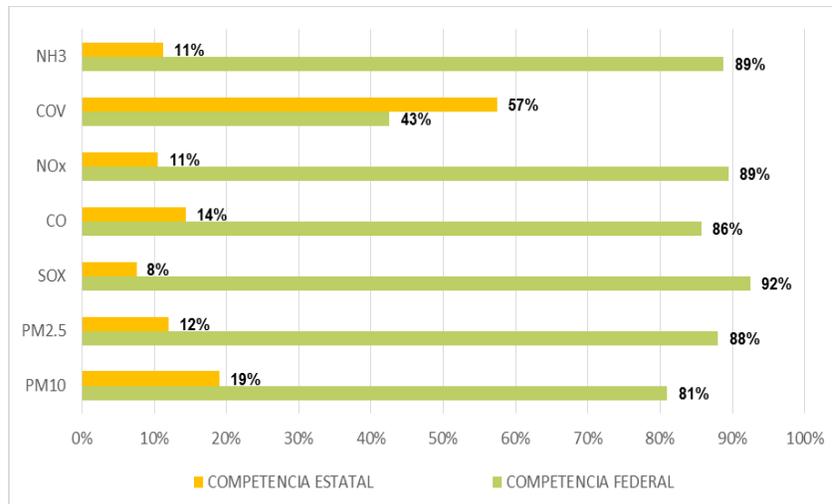
Tabla 21. Emisiones de Fuentes Fijas

SECTOR INDUSTRIAL	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
COMPETENCIA FEDERAL	1,196.79	1,142.30	2,917.40	2,297.95	7,128.05	2,271.41	103.46
COMPETENCIA ESTATAL	281.48	155.30	238.53	384.58	840.96	3,062.92	13.10
TOTAL	1,478.27	1,297.60	3,155.92	2,682.53	7,969.02	5,334.33	116.56

Tabla 22. Distribución Porcentual de Emisiones de fuentes fijas

SECTOR INDUSTRIAL	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
COMPETENCIA FEDERAL	80.96	88.03	92.44	85.66	89.45	42.58	88.76
COMPETENCIA ESTATAL	19.04	11.97	7.56	14.34	10.55	57.42	11.24
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La distribución porcentual de fuentes fijas muestra que la industria de competencia federal contribuye en mayor porcentaje de emisiones de todos los contaminantes a excepción del CO en el cual la industria de competencia estatal representa mayores emisiones.



Gráfica 19. Contribución porcentual de fuentes fijas por competencia

1. Emisiones de fuentes fijas por subcategoría o subsector.

En la tabla 20, se observan las emisiones desglosadas por subcategoría o subsector de fuentes fijas y la tabla 21 muestra la contribución porcentual, observando lo siguiente:

- Las emisiones de PM₁₀ y PM_{2.5}, provienen principalmente la generación de energía eléctrica que contribuye con el 29.96% y el 34.11% respectivamente, seguidas de la industria del cemento y cal, la cual presenta una contribución del 28.03% y 30.26% respectivamente, seguida de la fabricación de vidrio que contribuye con el 10.87%.
- La principal fuente de emisión de SO_x es la industria química con el 61.47%, seguida de la celulosa y papel (27.65%).
- Las emisiones de CO son generadas predominantemente por la industria de la generación de energía eléctrica con el 42.76%, seguida de cemento y cal con el 13.79%.
- Los compuestos NO_x son emitidos principalmente por la industria de la generación de energía eléctrica con el 60.97%, seguida por la industria del vidrio con el 12.33%.
- Las emisiones de COV son emitidas principalmente por la industrias metálica con el 21.38% y el sector automotriz con el 16.36%.
- Las emisiones de NH₃ son generadas principalmente por la generación de energía eléctrica con el 63.22%, seguidas por la industria del vidrio con 8.44%.

Tabla 23. Emisiones de fuentes fijas

SECTOR INDUSTRIAL	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
INDUSTRIAS DE COMPETENCIA FEDERAL	1,196.79	1,142.30	2,917.40	2,297.95	7,128.05	2,271.41	103.46
Automotriz	27.39	22.37	0.29	41.72	51.31	601.45	1.50
Celulosa y papel	64.02	46.76	872.62	158.92	236.81	388.16	6.97
Cemento y cal	414.37	392.21	30.88	369.92	527.94	0.88	0.30
Generación de energía eléctrica	442.86	442.62	70.83	1,147.10	4,858.51	124.01	73.69
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	49.67	48.01	0.95	188.23	255.38	155.21	5.08
Petróleo y petroquímica	0.01	0.00	0.01	0.04	0.18	59.51	-
Pinturas y tintas	0.53	0.49	0.02	2.47	2.96	244.45	0.09
Química	37.10	31.20	1,939.94	130.09	209.83	667.83	5.92
Tratamiento de residuos peligrosos	0.17	0.17	0.01	1.90	2.26	0.12	0.07
Vidrio	160.65	158.47	1.84	257.57	982.86	29.78	9.84
INDUSTRIAS DE COMPETENCIA ESTATAL	281.48	155.30	238.53	384.58	840.96	3,062.92	13.10
Accesorios, aparatos eléctricos, y equipos de generación eléctrica	34.15	26.80	2.05	29.20	63.61	591.46	0.46
Alimentos y bebidas	141.35	50.69	226.58	214.51	494.40	21.12	7.90
Almacenamiento de combustibles	0.39	0.25	7.02	0.06	0.65	0.01	0.01
Extracción/beneficio minerales no metálicos	6.75	4.10	0.01	1.03	1.25	0.06	0.04
Impresión	11.81	9.63	0.04	4.08	6.04	872.61	0.14
Industria textil	10.44	9.80	0.65	91.14	191.73	42.73	3.48
Madera	0.01	0.01	-	-	-	1.92	-
Manejo de desechos y remediación	0.08	0.08	0.01	8.53	15.39	0.63	-
Metálico	49.10	34.91	1.81	15.29	38.17	1,092.83	0.35
Mezclas químicas	0.35	0.22	0.03	0.80	1.25	31.10	0.02
Minerales no metálicos	15.78	10.49	0.05	4.27	7.41	38.37	0.16
Otros	1.15	0.99	0.04	6.54	8.08	0.71	0.23
Papel y cartón	0.03	0.03	0.00	0.17	0.21	22.60	0.01
Plástico y hule	10.07	7.30	0.23	8.98	12.78	346.77	0.30
Total Estatal	1,478.27	1,297.60	3,155.92	2,682.53	7,969.02	5,334.33	116.56

Tabla 24. Distribución porcentual de fuentes fijas por categoría

SECTOR INDUSTRIAL	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
INDUSTRIAS DE COMPETENCIA FEDERAL	80.96	88.03	92.44	85.66	89.45	42.58	88.76
Automotriz	1.85	1.72	0.01	1.56	0.64	11.28	1.29
Celulosa y papel	4.33	3.60	27.65	5.92	2.97	7.28	5.98
Cemento y cal	28.03	30.23	0.98	13.79	6.62	0.02	0.26
Generación de energía eléctrica	29.96	34.11	2.24	42.76	60.97	2.32	63.22
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	3.36	3.70	0.03	7.02	3.20	2.91	4.36
Petróleo y petroquímica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	-
Pinturas y tintas	0.04	0.04	0.00	0.09	0.04	4.58	0.08
Química	2.51	2.40	61.47	4.85	2.63	12.52	5.07
Tratamiento de residuos peligrosos	0.01	0.01	0.00	0.07	0.03	0.00	0.06
Vidrio	10.87	12.21	0.06	9.60	12.33	0.56	8.44
INDUSTRIAS DE COMPETENCIA ESTATAL	19.04	11.97	7.56	14.34	10.55	57.42	11.24
Accesorios, aparatos eléctricos, y equipos de generación eléctrica	2.31	2.07	0.06	1.09	0.80	11.09	0.39
Alimentos y bebidas	9.56	3.91	7.18	8.00	6.20	0.40	6.78
Almacenamiento de combustibles	0.03	0.02	0.22	0.00	0.01	0.00	0.01
Extracción/beneficio minerales no metálicos	0.46	0.32	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03
Impresión	0.80	0.74	0.00	0.15	0.08	16.36	0.12
Industria textil	0.71	0.76	0.02	3.40	2.41	0.80	2.99
Madera	0.00	0.00	-	-	-	0.04	-
Manejo de desechos y remediación	0.01	0.01	0.00	0.32	0.19	0.01	-
Metálico	3.32	2.69	0.06	0.57	0.48	20.49	0.30
Mezclas químicas	0.02	0.02	0.00	0.03	0.02	0.58	0.02
Minerales no metálicos	1.07	0.81	0.00	0.16	0.09	0.72	0.14
Otros	0.08	0.08	0.00	0.24	0.10	0.01	0.20
Papel y cartón	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.42	0.01
Plástico y hule	0.68	0.56	0.01	0.33	0.16	6.50	0.26
Total Estatal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

2. Emisiones de fuentes fijas por municipio.

No todos los municipios tienen establecimientos industriales, por ello las fuentes fijas se reportan solo para los municipios que cuentan con este tipo de establecimientos. Tabla 22.

Tabla 25. Emisiones de fuentes fijas por municipio.

MUNICIPIO	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	-	-	-	-	-	-	-
Pinal de Amoles	-	-	-	-	-	-	-
Arroyo Seco	-	-	-	-	-	-	-
Cadereyta de Montes	-	-	-	-	-	-	-
Colón	3.76	3.61	0.15	11.94	14.50	35.68	0.43
Corregidora	6.34	2.55	10.58	23.03	68.25	470.51	0.36
Ezequiel Montes	367.49	360.11	30.82	362.26	506.68	0.36	-
Huimilpan	2.90	1.72	-	-	-	-	-
Jalpan de Serra	-	-	-	-	-	-	-
Landa de Matamoros	-	-	-	-	-	-	-
El Marqués	232.17	173.17	55.01	107.63	816.05	1,832.51	3.85
Pedro Escobedo	450.66	448.62	335.11	1,146.62	4,640.00	121.57	73.12
Peñamiller	-	-	-	-	-	-	-
Querétaro	253.26	205.17	1,702.41	612.09	1,114.73	2,201.57	21.85
San Joaquín	-	-	-	-	-	-	-
San Juan del Río	157.91	101.17	1,021.84	418.97	808.80	672.13	16.96
Tequisquiapan	-	-	-	-	-	-	-
Tolimán	3.78	1.47	-	-	-	-	-
TOTAL	1,478.27	1,297.60	3,155.92	2,682.53	7,969.02	5,334.33	116.56

Tabla 26. Porcentaje de contribución de fuentes fijas por municipio.

MUNICIPIO	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	-	-	-	-	-	-	-
Pinal de Amoles	-	-	-	-	-	-	-
Arroyo Seco	-	-	-	-	-	-	-
Cadereyta de Montes	-	-	-	-	-	-	-
Colón	0.25	0.28	0.00	0.45	0.18	0.67	0.36
Corregidora	0.43	0.20	0.34	0.86	0.86	8.82	0.31
Ezequiel Montes	24.86	27.75	0.98	13.50	6.36	0.01	-
Huimilpan	0.20	0.13	-	-	-	-	-
Jalpan de Serra	-	-	-	-	-	-	-
Landa de Matamoros	-	-	-	-	-	-	-
El Marqués	15.71	13.35	1.74	4.01	10.24	34.35	3.30
Pedro Escobedo	30.49	34.57	10.62	42.74	58.23	2.28	62.73
Peñamiller	-	-	-	-	-	-	-
Querétaro	17.13	15.81	53.94	22.82	13.99	41.27	18.75
San Joaquín	-	-	-	-	-	-	-
San Juan del Río	10.68	7.80	32.38	15.62	10.15	12.60	14.55
Tequisquiapan	-	-	-	-	-	-	-
Tolimán	0.26	0.11	-	-	-	-	-
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Sobre la contribución de fuentes fijas a nivel municipal por contaminante se encontró lo siguiente:

Las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ se emiten en mayor porcentaje en los municipios de Pedro Escobedo con el 30.49% y 34.57% respectivamente, Ezequiel Montes con 24.86% y 27.75% respectivamente y en tercer lugar el municipio de Querétaro con una contribución de 17.13% y 15.81%.

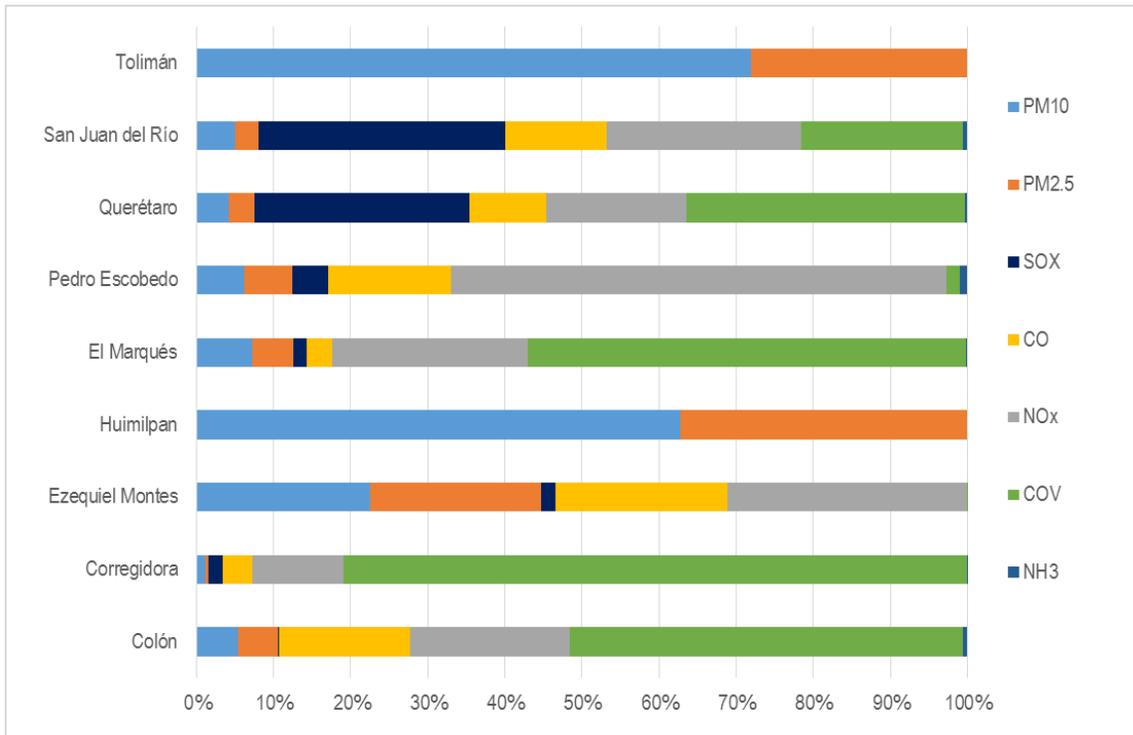
Las emisiones de SO_x el municipio de Querétaro es el que tiene la mayor contribución con el 53.94%, seguido de San Juan del Río con 32.38% y en tercer lugar Pedro Escobedo con 10.62%.

Respecto a las emisiones de CO el municipio de Pedro Escobedo es el que tiene la mayor contribución con el 42.74%, seguido Querétaro y San Juan del Río que contribuyen con el 22.82 y 15.62% respectivamente y en tercer lugar Ezequiel Montes con 13.50%.

En cuanto a emisiones de NO_x el municipio de Pedro Escobedo es el que tiene la mayor contribución con el 58.23%, seguido de Querétaro con 13.99% y en tercer lugar el Marqués con 10.24%.

Las emisiones de COV son en primer lugar por el municipio de Querétaro con una contribución con el 41.27%, seguido de El Marqués con 34.35% y en tercer lugar San Juan del Río con 12.60%.

Respecto a emisiones de NH_3 el municipio de Pedro Escobedo es el que tiene la mayor contribución con el 62.73%, seguido de Querétaro con 18.75% y en tercer lugar San Juan del Río con 14.55%.



Gráfica 20. Contribución porcentual por municipio por contaminante.

IV.1.3 Conclusiones de fuentes fijas

El cálculo de las emisiones fue realizado considerando las emisiones por consumo de combustible y emisiones de proceso. Para la estimación por consumo de combustible, se tomó en cuenta el tipo de equipo.

Del análisis de información de establecimientos estatales se observó que 109 de los 248 reportados cuentan con equipo de control de emisiones.

Con la finalidad de precisar los cálculos en versiones posteriores del inventario y además fortalecer la regulación del sector industrial, es recomendable que se identifique el porcentaje de empresas reguladas, debido a que las empresas que no están reguladas no fueron consideradas en las estimaciones, esto debido a que no reportan Cédula de Operación Anual (COA), que es de donde se integró la información para la estimación.

Así también se sugiere fortalecer el sistema de registro y validación del llenado de la COA, a fin de contar con información más precisa de cada uno de los establecimientos reportados.

IV.2 Fuentes de área

Las fuentes de área, son el resultado de las diversas actividades antropogénicas, están definidas como aquellas que son demasiado numerosas y dispersas para ser incluidas de manera eficiente dentro de un inventario de fuentes puntuales, pero que en conjunto, emiten contaminantes al aire de manera significativa¹⁰.

Por ello, el inventario de fuentes de área integra las emisiones de fuentes similares dentro de categorías y cada una de estas categorías está integrada por subcategorías de fuente más específicas y que son definidas por un proceso de emisión similar, o bien por la similitud de los métodos para una mejor estimación de las emisiones. Para este caso se agruparon en 9 Categorías y 46 Subcategorías, las cuales fueron desagregadas en función del combustible utilizado o alguna característica común.

Tabla 27. Categorías y subcategorías consideradas en fuentes de área

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA O SUBSECTOR
1 COMBUSTIÓN DE GAS LP, GAS NATURAL, DIESEL Y LEÑA	Industrial
	Comercial
	Residencial
	Agropecuaria
2 USO DE SOLVENTES	Artes gráficas
	Aplicación de asfalto
	Lavado en seco
	Pintura automotriz
	Pintura para señalización vial
	Recubrimiento de superficies industriales
3 USO DOMÉSTICO DE SOLVENTES	Recubrimiento de superficies arquitectónicas
	Productos en aerosol
	Productos domésticos
	Productos de cuidado personal
	Productos de cuidado automotriz
	Adhesivos y selladores
	Pesticidas comerciales y domésticos
	Productos misceláneos
Limpieza de superficies industriales	
4 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO	Manejo y distribución de gas licuado del petróleo
	Manejo y distribución de gasolinas y diesel
5 FUENTES INDUSTRIALES LIGERAS Y COMERCIALES	Actividades de construcción
	Asados al carbón
	Panificación
	Ladrilleras
6 AGROPECUARIA	Aplicación de fertilizantes
	Aplicación de plaguicidas
	Actividades ganaderas
	Labranza
7 AGUAS RESIDUALES	Aguas residuales tratadas
	Aguas residuales sin tratar
8 FUENTES MISCELÁNEAS	Incendios de construcciones
	Incendios Forestales
	Quemas agrícolas
	Transpiración y respiración humana
	Uso doméstico de amoníaco
	Cigarrillos
	Pañales desechables
	Otros desechos humanos
	Perros y gatos
	Esterilización de material hospitalario
	Bancos de materiales
9 FUENTES NO CARRETERAS	Operación de aeronaves
	Locomotoras
	Terminal de autobuses

¹⁰ SEMARNAT INEM 2005 (Radian 1997).

La información requerida para cada una de las subcategorías se solicitó a las dependencias correspondientes de manera oficial a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Querétaro, la cual se incluye de manera específica en la memoria de cálculo.

A diferencia de las fuentes fijas, en las fuentes de área, varias de las subcategorías o subsectores considerados en ellas, guardan una relación directa con la cantidad de población, por lo que al incrementar la población las emisiones de contaminantes son también incrementadas. La información de población utilizada fue la reportada por el INEGI en base a la Encuesta Intercensal 2015.

Para algunas subcategorías de fuentes de área, se obtuvo información más precisa sobre ubicación y datos de actividad como en ladrilleras, bancos de material y plantas de tratamiento, por lo que se realiza la representación geográfica de cada una de estas subcategorías.

En lo que respecta a ladrilleras, se realizó trabajo de campo para recabar información sobre tipo y consumo de combustible, y otros datos de actividad en los municipios de Tequisquiapan y San Juan del Río, de los demás municipios se realizó la consulta de fuentes de información publicadas y se ubicaron las zonas de mayor concentración en los municipios de Querétaro, El Marqués y Pedro Escobedo. A continuación se muestra su distribución en el estado (Mapa 11).



Mapa 11. Ubicación geográfica de ladrilleras.

Fuente: elaboración propia.

IV.2.1 Metodología fuentes de área

La metodología utilizada es la estandarizada para inventarios nacionales de México INEM 1999, 2005 Y 2008, Así como las establecidas en el Manual de Estimación de Emisiones de Fuentes de Área (SEMARNAT 2010).

Las emisiones de cada una de las subcategorías se presentan en una gran variedad de formas, sin embargo, el método de estimación de emisiones es el mismo en general, este sigue el método de factor de emisión dado por tipo de actividad y el tipo de contaminante.

La ecuación general para la estimación de emisiones es:

Emisión = Datos de actividad * Factor de Emisión

Los factores de emisión usados para cada subcategoría se integran en la memoria de cálculo. En su mayoría las emisiones se estimaron a partir de datos que describen la intensidad de la actividad y factor de emisión, otras se realizaron combinando factores de emisión y balances de combustibles y solventes.

IV.2.2 Emisiones de fuentes de área

Las emisiones anuales generadas por fuentes de área en el estado de Querétaro en 2015, son 6,300.15 toneladas de PM₁₀, 4,432.89 toneladas de PM_{2.5}, 85.74 toneladas de SO_x, 30,606.38 toneladas de CO, 1,357.79 toneladas de NO_x, 51,251.19 toneladas de COV y 32,807.71 toneladas de NH₃.

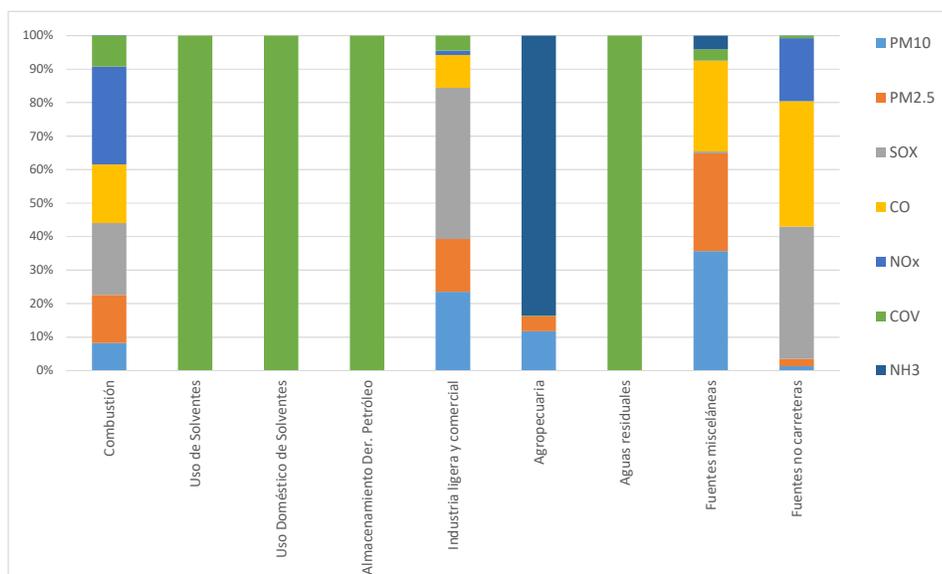
Tabla 28. Emisiones de Fuentes de Área

CATEGORÍA	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Combustión Industrial, residencial, comercial y agropecuaria	2,452.32	2,361.83	61.08	17,967.36	1,322.64	16,023.43	0.37
Uso de Solventes	-	-	-	-	-	8,413.69	-
Uso Doméstico de Solventes						12,932.23	
Almacenamiento y Transporte De Derivados De Petróleo	-	-	-	-	-	9,457.33	-
Fuentes industriales ligeras y comerciales	1,233.68	453.74	23.45	1,763.32	24.41	1,328.03	-
Agropecuaria	1,201.10	253.43	-	-	-	67.87	31,119.08
Aguas residuales	-	-	-	-	-	791.00	-
Fuentes misceláneas	1,411.31	1,362.27	0.70	10,715.90	2.27	2,232.22	1,687.39
Fuentes no carreteras	1.75	1.61	0.51	159.81	8.47	5.39	0.25
TOTAL	6,300.15	4,432.89	85.74	30,606.38	1,357.79	51,251.19	32,807.09

Tabla 29. Distribución porcentual de Emisiones de Fuentes de área

CATEGORÍA	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Combustión Industrial, residencial, comercial y agropecuaria	38.92	53.28	71.24	58.70	97.41	31.26	0.00
Uso de Solventes	-	-	-	-	-	16.42	-
Uso Doméstico de Solventes	-	-	-	-	-	25.23	-
Almacenamiento y Transporte De Derivados De Petróleo	-	-	-	-	-	18.45	-
Fuentes industriales ligeras y comerciales	19.58	10.24	27.35	5.76	1.80	2.59	-
Agropecuaria	19.06	5.72	-	-	-	0.13	94.85
Aguas residuales	-	-	-	-	-	1.54	-
Fuentes misceláneas	22.40	30.73	0.81	35.01	0.17	4.36	5.14
Fuentes no carreteras	0.03	0.04	0.59	0.52	0.62	0.01	0.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Con respecto a la distribución porcentual, se puede observar que la categoría de combustión industrial, comercial, servicios y agropecuaria es la que contribuye con mayor porcentaje en las emisiones de PM₁₀, PM_{2.5}, SO_x, CO, NO_x y COV, siendo las fuentes misceláneas las que ocupan el segundo lugar de emisiones para los mismos contaminantes, en el caso del NH₃ la principal fuente de contribución son las actividades agropecuarias.



Gráfica 21. Contribución porcentual de subcategorías de fuentes de área por contaminante.

1. Emisiones de fuentes de área por subcategoría o subsector.

En las tablas 27 y 28, muestran la contribución por subcategoría de fuentes de área, en donde se observa que las categorías con mayor contribución de contaminantes son la combustión residencial de leña y las quemas agrícolas.

Tabla 30. Emisiones de fuentes de área por categoría

CATEGORÍA	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
COMBUSTIÓN INDUSTRIAL	23.65	23.30	2.82	245.86	855.75	20.27	0.37
Gas L. P.	2.38	2.38	0.15	13.66	80.20	1.43	-
Gas natural	20.80	20.80	1.64	229.86	766.21	15.05	-
Diésel	0.47	0.12	1.02	2.34	9.34	3.79	0.37
COMBUSTIÓN COMERCIAL	4.31	4.31	0.41	24.93	120.19	3.32	-
Gas L. P.	3.41	3.41	0.34	14.99	108.35	2.67	-
Gas natural	0.90	0.90	0.07	9.94	11.84	0.65	-
COMBUSTIÓN RESIDENCIAL	2,423.15	2,333.01	28.52	17,692.83	326.39	15,999.40	-
Gas L. P.	3.31	3.31	0.33	14.54	105.11	2.59	-
Gas natural	3.21	3.21	0.25	35.47	39.69	2.32	-
Leña	2,416.63	2,326.49	27.94	17,642.82	181.60	15,994.48	-
COMBUSTIÓN AGROPECUARIA	1.21	1.21	29.33	3.73	20.31	0.44	-
Gas L. P.	0.38	0.38	0.04	1.67	12.06	0.30	-
Diesel	0.83	0.83	29.29	2.06	8.25	0.14	-
USO DE SOLVENTES	-	-	-	-	-	8,413.69	-
Artes gráficas	-	-	-	-	-	2,128.90	-
Aplicación de asfalto	-	-	-	-	-	49.53	-
Lavado en seco	-	-	-	-	-	533.06	-
Pintura automotriz	-	-	-	-	-	430.95	-
Pintura para señalización vial	-	-	-	-	-	43.17	-
Recubrimiento de superficies industriales	-	-	-	-	-	2,455.90	-
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	-	-	-	-	-	2,772.19	-
USO DOMÉSTICO DE SOLVENTES	-	-	-	-	-	12,932.23	-
Productos en aerosol	-	-	-	-	-	93.77	-
Productos domésticos	-	-	-	-	-	733.81	-
Productos de cuidado personal	-	-	-	-	-	2,140.29	-
Productos de cuidado automotriz	-	-	-	-	-	1,243.41	-
Adhesivos y selladores	-	-	-	-	-	529.98	-
Pesticidas comerciales y domésticos	-	-	-	-	-	1,651.08	-
Productos misceláneos	-	-	-	-	-	61.15	-
Limpieza de superficies industriales	-	-	-	-	-	6,478.74	-
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO	-	-	-	-	-	9,457.33	-
Manejo y distribución de gas licuado del petróleo	-	-	-	-	-	6,202.88	-
Manejo y distribución de gasolinas y diesel	-	-	-	-	-	3,254.45	-
FUENTES INDUSTRIALES LIGERAS Y COMERCIALES	1,233.68	453.74	23.45	1,763.32	24.41	1,328.03	-
Actividades de construcción	877.08	138.05	-	-	-	-	-
Asados al carbón	162.97	130.08	-	324.45	5.98	20.93	-
Panificación	-	-	-	-	-	19.98	-
Ladrilleras	193.63	185.62	23.45	1,438.87	18.43	1,287.12	-
AGROPECUARIA	1,201.10	253.43	-	-	-	67.87	31,119.08
Aplicación de fertilizantes	-	-	-	-	-	-	18,356.91
Aplicación de plaguicidas	-	-	-	-	-	67.87	-
Actividades ganaderas	119.53	13.65	-	-	-	-	12,762.17
Labranza	1,081.56	239.78	-	-	-	-	-
AGUAS RESIDUALES	-	-	-	-	-	791.00	-
Aguares residuales tratadas	-	-	-	-	-	528.71	-
Aguares residuales sin tratar	-	-	-	-	-	262.29	-
FUENTES MISCELÁNEAS	1,411.31	1,362.27	0.70	10,715.90	2.27	2,232.22	1,687.39
Incendios de construcciones	0.07	0.07	-	1.14	0.03	0.05	-
Incendios Forestales	7.59	6.44	0.70	75.32	2.24	3.73	0.76
Quemas agrícolas	1,403.59	1,355.74	-	10,639.45	-	859.83	-
Transpiración y respiración humana	-	-	-	-	-	-	512.85
Uso doméstico de amoníaco	-	-	-	-	-	-	46.88
Cigarrillos	-	-	-	-	-	-	2.63
Pañales desechables	-	-	-	-	-	-	31.94
Otros desechos humanos	-	-	-	-	-	-	46.88
Perros y gatos	-	-	-	-	-	-	1,045.44
Esterilización de material hospitalario	-	-	-	-	-	1,368.62	-
Bancos de materiales	0.06	0.02	-	-	-	-	-
FUENTES NO CARRTERAS	1.75	1.61	0.51	159.81	8.47	5.39	0.25
Operación de aeronaves	-	-	0.15	158.32	0.84	5.20	-
Locomotoras	0.02	0.02	0.05	0.09	0.72	0.03	-
Terminal de autobuses	1.73	1.60	0.31	1.40	6.91	0.16	0.25
TOTAL	6,300.15	4,432.89	85.74	30,606.38	1,357.79	51,251.19	32,807.09

Tabla 31. Distribución porcentual de emisiones de fuentes de área por categoría.

CATEGORÍA	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
COMBUSTIÓN INDUSTRIAL							
Gas L. P.	0.04	0.05	0.18	0.04	5.91	2.79E-03	-
Gas natural	0.33	0.47	1.91	0.75	56.43	0.03	-
Diésel	0.01	0.00	1.19	0.01	0.69	0.01	1.14E-03
COMBUSTIÓN COMERCIAL							
Gas L. P.	0.05	0.08	0.40	0.05	7.98	0.01	-
Gas natural	0.01	0.02	0.08	0.03	0.87	1.27E-03	-
COMBUSTIÓN RESIDENCIAL							
Gas L. P.	0.05	0.07	0.38	0.05	7.74	0.01	-
Gas natural	0.05	0.07	0.30	0.12	2.92	4.53E-03	-
Leña	38.36	52.48	32.58	57.64	13.37	31.21	-
COMBUSTIÓN AGROPECUARIA							
Gas L. P.	0.01	0.01	0.04	0.01	0.89	5.80E-04	-
Diesel	0.01	0.02	34.17	0.01	0.61	2.74E-04	-
USO DE SOLVENTES							
Artes gráficas	-	-	-	-	-	4.15	-
Aplicación de asfalto	-	-	-	-	-	0.10	-
Lavado en seco	-	-	-	-	-	1.04	-
Pintura automotriz	-	-	-	-	-	0.84	-
Pintura para señalización vial	-	-	-	-	-	0.08	-
Recubrimiento de superficies industriales	-	-	-	-	-	4.79	-
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	-	-	-	-	-	5.41	-
USO DOMÉSTICO DE SOLVENTES							
Productos en aerosol	-	-	-	-	-	0.18	-
Productos domésticos	-	-	-	-	-	1.43	-
Productos de cuidado personal	-	-	-	-	-	4.18	-
Productos de cuidado automotriz	-	-	-	-	-	2.43	-
Adhesivos y selladores	-	-	-	-	-	1.03	-
Pesticidas comerciales y domésticos	-	-	-	-	-	3.22	-
Productos misceláneos	-	-	-	-	-	0.12	-
Limpieza de superficies industriales	-	-	-	-	-	12.64	-
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO							
Manejo y distribución de gas licuado del petróleo	-	-	-	-	-	12.10	-
Manejo y distribución de gasolinas y diesel	-	-	-	-	-	6.35	-
FUENTES INDUSTRIALES LIGERAS Y COMERCIALES							
Actividades de construcción	13.92	3.11	-	-	-	-	-
Asados al carbón	2.59	2.93	-	1.06	0.44	0.04	-
Panificación	-	-	-	-	-	0.04	-
Ladrilleras	3.07	4.19	27.35	4.70	1.36	2.51	-
AGROPECUARIA							
Aplicación de fertilizantes	-	-	-	-	-	-	55.95
Aplicación de plaguicidas	-	-	-	-	-	0.13	-
Actividades ganaderas	1.90	0.31	-	-	-	-	38.90
Labranza	17.17	5.41	-	-	-	-	-
AGUAS RESIDUALES							
Aguas residuales tratadas	-	-	-	-	-	1.03	-
Aguas residuales sin tratar	-	-	-	-	-	0.51	-
FUENTES MISCELÁNEAS							
Incendios de construcciones	1.14E-03	1.51E-03	-	3.71E-03	1.99E-03	9.62E-05	-
Incendios Forestales	0.12	0.15	0.81	0.25	0.16	0.01	2.30E-03
Quemas agrícolas	22.28	30.58	-	34.76	-	1.68	-
Transpiración y respiración humana	-	-	-	-	-	-	1.56
Uso doméstico de amoníaco	-	-	-	-	-	-	0.14
Cigarrillos	-	-	-	-	-	-	0.01
Pañales desechables	-	-	-	-	-	-	0.10
Otros desechos humanos	-	-	-	-	-	-	0.14
Perros y gatos	-	-	-	-	-	-	3.19
Esterilización de material hospitalario	-	-	-	-	-	2.67	-
Bancos de materiales	8.86E-04	3.96E-04	-	-	-	-	-
FUENTES NO CARRETERAS							
Operación de aeronaves	-	-	0.17	0.52	0.06	0.01	-
Locomotoras	2.71E-04	3.85E-04	0.06	2.99E-04	0.05	5.51E-05	-
Terminal de autobuses	0.03	0.04	0.36	4.57E-03	0.51	0.00	7.70E-04
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

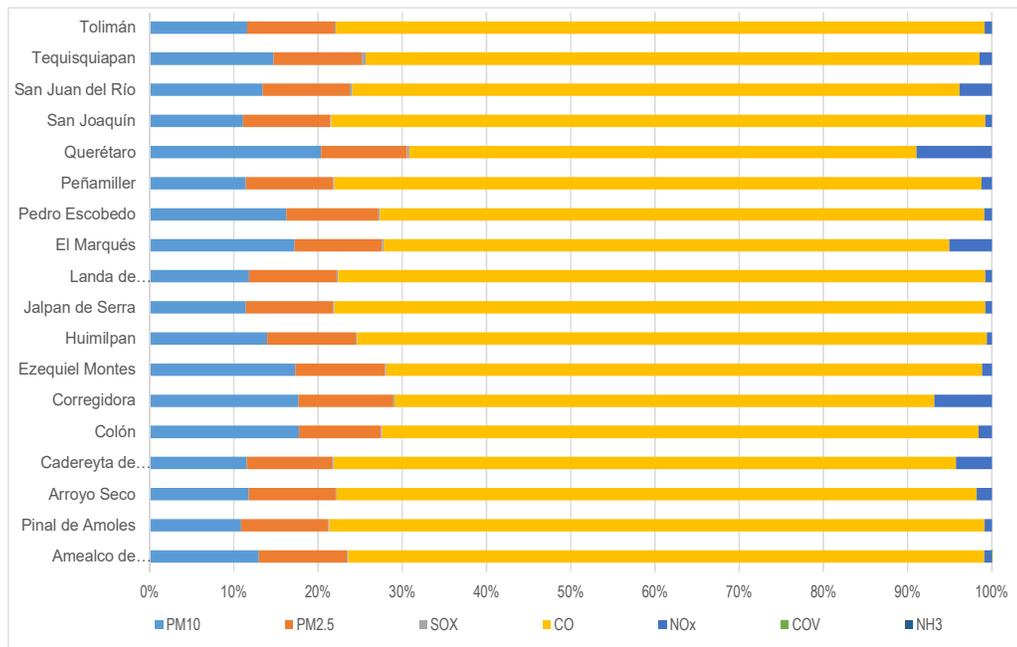
2. Emisiones de fuentes de área por municipio.

Tabla 32. Emisiones de fuentes de área por municipio

MUNICIPIO	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	666.37	535.33	7.90	3,878.26	44.32	2,668.05	6,666.85
Pinal de Amoles	250.70	238.36	2.78	1,795.74	19.89	1,736.22	331.58
Arroyo Seco	105.96	93.12	1.11	684.18	16.11	685.06	143.54
Cadereyta de Montes	397.44	346.21	6.77	2,541.68	147.35	2,582.63	733.46
Colón	429.40	234.77	3.40	1,711.44	38.68	1,411.87	3,376.02
Corregidora	183.12	116.49	1.61	663.90	70.50	2,961.40	453.05
Ezequiel Montes	152.92	94.00	1.33	624.46	10.34	878.32	1,830.38
Huimilpan	294.19	222.67	2.65	1,577.71	12.93	995.24	1,260.54
Jalpan de Serra	188.36	171.38	2.08	1,274.54	13.06	1,273.90	438.78
Landa de Matamoros	105.23	93.23	1.34	685.73	7.21	745.50	235.67
El Marqués	718.66	433.72	9.44	2,802.57	211.16	5,219.22	3,226.36
Pedro Escobedo	396.67	266.93	4.19	1,753.37	21.76	1,277.72	4,349.97
Peñamiller	124.72	112.98	1.45	837.52	13.22	854.49	272.58
Querétaro	1,126.83	564.28	13.69	3,332.63	494.82	18,498.46	1,492.72
San Joaquín	67.39	62.80	0.66	471.73	4.89	459.18	77.23
San Juan del Río	676.20	518.26	15.58	3,623.80	194.08	6,143.65	5,014.02
Tequisquiapan	247.99	176.72	7.75	1,228.91	24.94	1,705.24	2,397.32
Tolimán	168.00	151.63	1.99	1,118.20	12.51	1,155.04	507.01
TOTAL	6,300.15	4,432.89	85.74	30,606.38	1,357.79	51,251.19	32,807.09

Tabla 33. Distribución porcentual de fuentes de área por municipio

MUNICIPIO	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	10.58	12.08	9.21	12.67	3.26	5.21	20.32
Pinal de Amoles	3.98	5.38	3.24	5.87	1.47	3.39	1.01
Arroyo Seco	1.68	2.10	1.30	2.24	1.19	1.34	0.44
Cadereyta de Montes	6.31	7.81	7.90	8.30	10.85	5.04	2.24
Colón	6.82	5.30	3.97	5.59	2.85	2.75	10.29
Corregidora	2.91	2.63	1.88	2.17	5.19	5.78	1.38
Ezequiel Montes	2.43	2.12	1.55	2.04	0.76	1.71	5.58
Huimilpan	4.67	5.02	3.10	5.15	0.95	1.94	3.84
Jalpan de Serra	2.99	3.87	2.43	4.16	0.96	2.49	1.34
Landa de Matamoros	1.67	2.10	1.56	2.24	0.53	1.45	0.72
El Marqués	11.41	9.78	11.01	9.16	15.55	10.18	9.83
Pedro Escobedo	6.30	6.02	4.89	5.73	1.60	2.49	13.26
Peñamiller	1.98	2.55	1.69	2.74	0.97	1.67	0.83
Querétaro	17.89	12.73	15.97	10.89	36.44	36.09	4.55
San Joaquín	1.07	1.42	0.77	1.54	0.36	0.90	0.24
San Juan del Río	10.73	11.69	18.17	11.84	14.29	11.99	15.28
Tequisquiapan	3.94	3.99	9.04	4.02	1.84	3.33	7.31
Tolimán	2.67	3.42	2.32	3.65	0.92	2.25	1.55
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Gráfica 22. Contribución porcentual municipal por contaminante

De lo observado en las tablas y grafica anterior, la contribución de fuentes de área a nivel municipal por contaminante es la siguiente:

Las partículas PM₁₀ se emiten en mayor porcentaje en los municipios de Querétaro (17.89%), El Marqués (11.41%) y San Juan del Río (10.73%). Las PM_{2.5} se emiten también en mayor porcentaje en los municipios de Querétaro (12.73%), Amealco (12.08%) y San Juan del Río (11.69%).

Las emisiones de SO_x el municipio de San Juan del Río es el que tiene la mayor contribución con el 18.17%, seguido de Querétaro (15.97%) y El Marqués (11.01%).

Respecto a las emisiones de CO el municipio de Amealco es el que tiene la mayor contribución con el 12.67%, seguido San Juan del Río (11.84%) y Querétaro (10.89%).

En cuanto a emisiones de NO_x el municipio de Querétaro es el que tiene la mayor contribución con el 36.44%, seguido de El Marqués con 15.55% y San Juan del Río con 14.29%.

Las emisiones de COV son emitidas en primer lugar por el municipio de Querétaro con una contribución del 36.09%, seguido de San Juan del Río con 11.99% y El Marqués con 10.18%.

Respecto a emisiones de NH₃ el municipio de Amealco es el que tiene la mayor contribución con el 20.32%, seguido de San Juan del Río con 15.28% y en tercer lugar Querétaro con 13.26%.

I.V.2.3 Conclusiones fuentes de área

Para la integración de datos de actividad de fuentes de área, se contó con el apoyo de dependencias estatales y municipales, logrando mayor precisión de información en actividades agropecuarias, almacenamiento y transporte de derivados del petróleo, combustión estacionaria y fuentes no carreteras, en todas sus subcategorías.

Las subcategorías en las que es necesario fortalecer la precisión de datos son aquellas que generan los municipios como: recubrimiento de superficies arquitectónicas, señalización y pavimentación vial, emisiones por construcción y caminos no pavimentados.

Respecto de ladrilleras, se logró tener datos actualizados de esta actividad de los municipios de Tequisquiapan y San Juan del Río, sin embargo es recomendable que se cuente con información a ese nivel de precisión de los demás municipios que tienen esta actividad, y se establezca el mecanismo de actualización de información a través de los municipios, para que la información se actualice de manera constante.

De todas las demás subcategorías, se obtuvieron estimaciones con buena precisión, dado que, para las subcategorías que requirieron información estadística, se logró recabar información correspondiente al año base.

Los resultados obtenidos de las subcategorías de fuentes de área, son comparables con inventarios nacionales y pueden ser usados para el impulso en la reducción de emisiones y regulación de actividades específicas, dado que los resultados reflejan la situación actual de las actividades realizadas en el estado.

V.3 Fuentes Naturales

Como fuentes naturales, se consideran a aquellas que emiten contaminantes atmosféricos que no provienen directamente de actividades humanas. Las fuentes naturales se clasifican en biogénicas y geogénicas.

Las fuentes biogénicas incluyen las emisiones de COV producidas por los bosques o por los cultivos, así como las emisiones de NOx provenientes del suelo, las fuentes geogénicas son de origen geológico: volcanes, géisers, manantiales de aguas sulfurosas y filtraciones de aceite que suelen registrarse en ambientes marinos.

Es importante mencionar que la vegetación y el suelo, como componentes naturales, no son fuentes emisoras de contaminantes; sin embargo, en los bosques y en la agricultura se generan emisiones de gases tales como el carbono y el nitrógeno provenientes de los procesos de decomposición de la biomasa en materia orgánica; del mismo modo, también contribuyen con emisiones que forman parte de los ciclos generadores de sustancias precursoras de estos, en este caso estamos hablando de los compuestos orgánicos volátiles. Sin embargo, la importancia de la estimación de estas emisiones estriba en que a nivel global pueden ser iguales o de mayor magnitud que las generadas por actividades antropogénicas¹¹. Por lo que es importante cuantificar las emisiones de COV's de fuentes biogénicas para tener una perspectiva completa de la cantidad de compuestos precursores de contaminantes secundarios que son emitidos y establecer estrategias para un manejo integral de la calidad del aire.

IV.3.1 Metodología

Para la estimación de fuentes biogénicas, se usó el modelo GloBEIS (Global Biosphere Emissions and Interactions System, Sistema Global de Interacciones y Emisiones de la Biósfera) en su versión 3.2 modificado para México.

Se realizó el acopio de información sobre extensión de la cubierta vegetal, biomasa, variables meteorológicas, uso de suelo, y tipos de vegetación de la cartografía de uso de suelo y vegetación escala 1:50 000 proporcionada por la SEDESU.

¹¹INEM 2005 (SEMARNAT 2012)

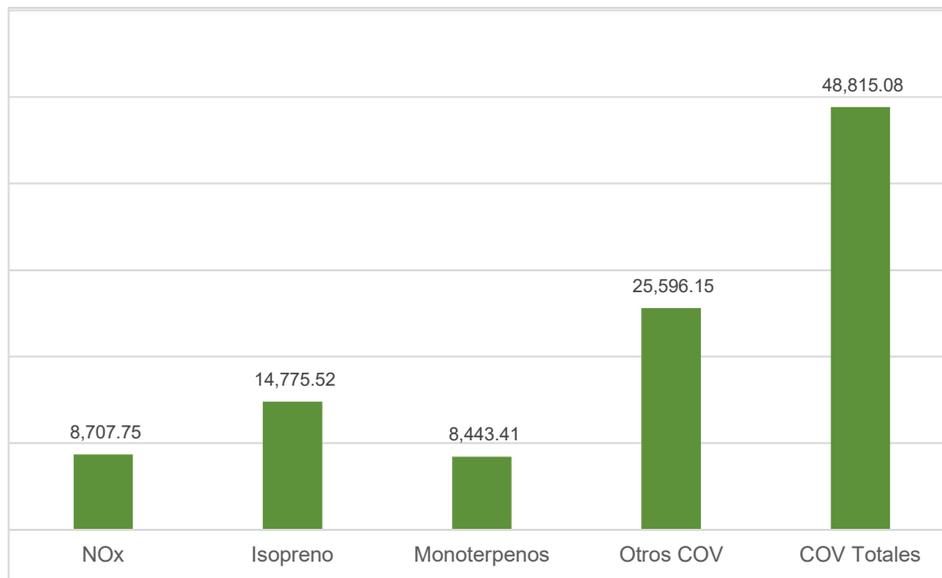
IV.3.2 Emisiones de fuentes biogénicas

Las emisiones totales generadas por las fuentes biogénicas en el Estado de Querétaro para el año 2015, se estimaron en 14,775.52 toneladas de isopreno, 8,443.41 toneladas de monoterpenos y 25,596.15 toneladas de otros compuestos orgánicos volátiles (OCOV), estimando que se emitieron un total de 48,815.08 toneladas de compuestos orgánicos volátiles.

En el caso de NO_x, se estimó una emisión anual de 8,707.75 toneladas, atribuidos a la dinámica microbiana del suelo a través de procesos de nitrificación y desnitrificación

Tabla 34. Emisiones de fuentes biogénicas.

Emisiones (t/a)				
NO _x	Isopreno	Monoterpenos	Otros COV	COV Totales
8,707.75	14,775.52	8,443.41	25,596.15	48,815.08



Gráfica 23. Emisiones totales de fuentes biogénicas (t/a)

1. Emisiones de fuentes de biogénicas por subcategoría o subsector.

Las categorías que tienen una mayor contribución en las emisiones son la agricultura y la vegetación secundaria de selva (VS/SV). La agricultura contribuye en un mayor porcentaje en emisiones de NO_x (90.66%), monoterpenos (46.27%), OCOV (68.07%) y de COV totales (44.58%) y la categoría de vegetación secundaria de selva (VS/SV) es la que tiene mayor aportación de Isopreno (54.61%).

Es importante resaltar que la categoría de cuerpos de agua, es el tipo de uso de suelo que no presenta emisiones, como era de esperarse, mientras que las áreas urbanas apenas contribuyen con algunas emisiones, apenas cuantificables. Por tanto, en fuentes biogénicas, es la actividad de agricultura la que más emisiones aporta.

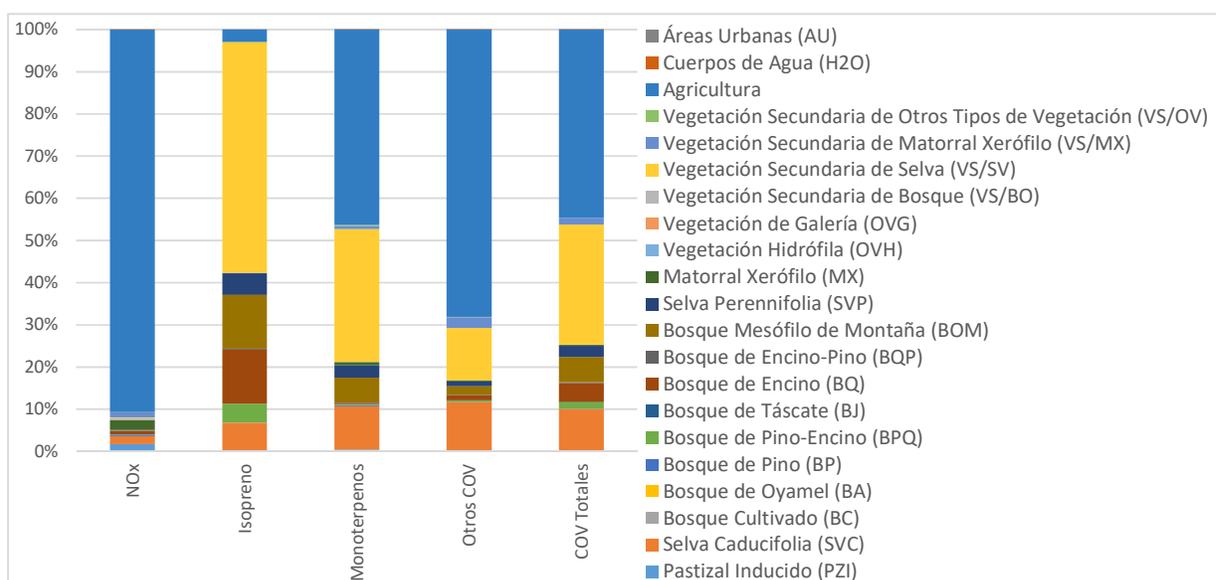
Es importante señalar que las denominaciones o clasificación de estas categorías, fueron determinadas en base a la clasificación que asigna el modelo utilizado en la estimación de dichas emisiones. Homologando los distintos usos de suelo con que cuenta el Estado de Querétaro.

Tabla 35. Emisiones de fuentes biogénicas por categoría

Categoría	EMISIONES (t/a)				
	NOx	Isopreno	Monoterpenos	Otros COV	COV Totales
Uso de Suelo Forestal	447.55	6,237.38	1,724.31	4,251.14	12,212.83
Pastizal Inducido (PZI)	150.62	5.48	33.88	29.26	68.62
Selva Caducifolia (SVC)	162.20	1,000.61	872.82	2,964.01	4,837.44
Bosque Cultivado (BC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bosque de Oyamel (BA)	0.22	7.60	0.28	1.31	9.19
Bosque de Pino (BP)	24.50	0.20	19.82	15.50	35.52
Bosque de Pino-Encino (BPQ)	14.68	648.55	21.05	101.82	771.42
Bosque de Táscate (BJ)	4.36	0.00	0.15	0.58	0.73
Bosque de Encino (BQ)	67.44	1,902.67	24.45	286.65	2,213.77
Bosque de Encino-Pino (BQP)	6.69	42.35	5.94	28.73	77.02
Bosque Mesófilo de Montaña (BOM)	3.86	1,874.65	498.59	527.10	2,900.34
Selva Perennifolia (SVP)	12.97	755.26	247.34	296.17	1,298.77
Uso de suelo no forestal	365.81	8,105.10	2,809.06	3,916.89	14,831.05
Matorral Xerófilo (MX)	201.98	11.85	68.67	59.19	139.71
Vegetación Hidrófila (OVH)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vegetación de Galería (OVG)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vegetación Secundaria de Bosque (VS/BO)	35.83	12.67	4.25	11.40	28.32
Vegetación Secundaria de Selva (VS/SV)	18.97	8,069.46	2,651.72	3,174.52	13,895.69
Vegetación Secundaria de Matorral Xerófilo (VS/MX)	108.39	8.79	62.80	653.16	724.74
Vegetación Secundaria de Otros Tipos de Vegetación (VS/OV)	0.63	2.34	21.62	18.63	42.58
Otros usos de suelo	7,894.39	433.04	3,910.04	17,428.12	21,771.20
Agricultura	7,894.37	431.38	3,907.17	17,422.92	21,761.48
Cuerpos de Agua (H2O)	0.02	0.00	0.01	0.11	0.13
Áreas Urbanas (AU)	0.00	1.66	2.85	5.08	9.59
Total	8,707.75	14,775.52	8,443.41	25,596.15	48,815.08

Tabla 36. Contribución porcentual de emisiones de fuentes biogénicas por categoría.

Categoría	EMISIONES (%)				
	NOx	Isopreno	Monoterpenos	Otros COV	COV Totales
Uso de Suelo Forestal	5.14	42.21	20.42	16.61	25.02
Pastizal Inducido (PZI)	1.73	0.04	0.40	0.11	0.14
Selva Caducifolia (SVC)	1.86	6.77	10.34	11.58	9.91
Bosque Cultivado (BC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bosque de Oyamel (BA)	0.00	0.05	0.00	0.01	0.02
Bosque de Pino (BP)	0.28	0.00	0.23	0.06	0.07
Bosque de Pino-Encino (BPQ)	0.17	4.39	0.25	0.40	1.58
Bosque de Táscate (BJ)	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Bosque de Encino (BQ)	0.77	12.88	0.29	1.12	4.54
Bosque de Encino-Pino (BQP)	0.08	0.29	0.07	0.11	0.16
Bosque Mesófilo de Montaña (BOM)	0.04	12.69	5.91	2.06	5.94
Selva Perennifolia (SVP)	0.15	5.11	2.93	1.16	2.66
Uso de suelo no forestal	4.20	54.85	33.27	15.30	30.38
Matorral Xerófilo (MX)	2.32	0.08	0.81	0.23	0.29
Vegetación Hidrófila (OVH)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vegetación de Galería (OVG)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vegetación Secundaria de Bosque (VS/BO)	0.41	0.09	0.05	0.04	0.06
Vegetación Secundaria de Selva (VS/SV)	0.22	54.61	31.41	12.40	28.47
Vegetación Secundaria de Matorral Xerófilo (VS/MX)	1.24	0.06	0.74	2.55	1.48
Vegetación Secundaria de Otros Tipos de Vegetación (VS/OV)	0.01	0.02	0.26	0.07	0.09
Otros usos de suelo	90.66	2.93	46.31	68.09	44.60
Agricultura	90.66	2.92	46.27	68.07	44.58
Cuerpos de Agua (H2O)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Áreas Urbanas (AU)	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Gráfica 24. Contribución porcentual de fuentes biogénicas por tipo de suelo.

2. Emisiones de fuentes biogénicas por municipio.

En lo que concierne al comportamiento de los óxidos de nitrógeno (NOx), fueron los municipios de San Juan del Río, El Marqués y Amealco de Bonfil, donde se concentró la mayor cantidad de emisiones, las cuales representan el 12.84%, 9.24%, 9.11%, y 69% respectivamente, representando el 30.77% del total de emisiones de este contaminante.

En el caso particular de emisiones de isopreno, los municipios con mayor contribución son: Jalpan de Serra, Arroyo Seco y Landa de Matamoros con una aportación del 47.35%, 24.15%, y 15.99% respectivamente, representando 87,50% del total de emisiones de este contaminante.

Del total de las emisiones de monoterpenos, las mayores concentraciones fueron expuestas en los municipios de Jalpan de Serra, Arroyo Seco y Landa de Matamoros al 30.06 %, 15.21% y 9.51% respectivamente, representando el 54.79% del total de emisiones de este contaminante.

En cuanto a los otros compuestos volátiles OCOV, los municipios de Jalpan de Serra, Arroyo Seco y Landa de Matamoros fueron los de mayor emisión, contribuyendo con 29.17%, 15.73% y 10.27% respectivamente, representando en conjunto 55.18% del total de emisiones para este contaminante.

Tabla 37. Emisiones totales de fuentes biogénicas por municipio.

MUNICIPIO	Emisiones (t/a)				
	NOx	Isopreno	Monoterpenos	Otros COV	COV Totales
AMEALCO DE BONFIL	756.70	94.53	310.17	1,371.62	1,776.32
PINAL DE AMOLES	617.34	679.83	532.81	1,878.31	3,090.96
ARROYO SECO	362.12	3,569.00	1,284.00	2,827.68	7,680.69
CADEREYTA DE MONTES	411.14	78.18	186.41	804.39	1,068.98
COLÓN	607.45	112.92	290.01	1,326.64	1,729.57
CORREGIDORA	342.61	17.74	173.05	756.91	947.71
EZEQUIEL MONTES	307.79	31.20	141.42	636.30	808.91
HUIMILPAN	461.67	101.16	218.89	969.08	1,289.14
JALPAN DE SERRA	519.34	6,996.81	2,538.15	4,702.78	14,237.73
LANDA DE MATAMOROS	480.37	2,362.76	803.90	1,848.52	5,015.17
EL MARQUÉS	804.53	72.67	387.39	1,723.33	2,183.38
PEDRO ESCOBEDO	464.24	48.82	217.34	971.06	1,237.21
PEÑAMILLER	114.36	144.23	66.73	213.48	424.44
QUERÉTARO	665.52	89.91	360.19	1,576.94	2,027.04
SAN JOAQUÍN	85.59	142.89	101.20	253.50	497.59
SAN JUAN DEL RÍO	1,118.44	87.46	542.09	2,417.52	3,047.07
TEQUISQUIAPAN	441.72	41.08	217.14	989.78	1,248.00
TOLIMÁN	146.82	104.33	72.52	327.32	504.16
TOTAL	8,707.75	14,775.52	8,443.41	25,595.15	48,814.08

Tabla 38. Contribución porcentual de fuentes biogénicas por categoría

MUNICIPIO	Emisiones (%)				
	NOx	Isopreno	Monoterpenos	Otros COV	COV Totales
AMEALCO DE BONFIL	8.69	0.64	3.67	5.36	3.64
PINAL DE AMOLES	7.09	4.60	6.31	7.34	6.33
ARROYO SECO	4.16	24.15	15.21	11.05	15.73
CADEREYTA DE MONTES	4.72	0.53	2.21	3.14	2.19
COLÓN	6.98	0.76	3.43	5.18	3.54
CORREGIDORA	3.93	0.12	2.05	2.96	1.94
EZEQUIEL MONTES	3.53	0.21	1.67	2.49	1.66
HUIMILPAN	5.30	0.68	2.59	3.79	2.64
JALPAN DE SERRA	5.96	47.35	30.06	18.37	29.17
LANDA DE MATAMOROS	5.52	15.99	9.52	7.22	10.27
EL MARQUÉS	9.24	0.49	4.59	6.73	4.47
PEDRO ESCOBEDO	5.33	0.33	2.57	3.79	2.53
PEÑAMILLER	1.31	0.98	0.79	0.83	0.87
QUERÉTARO	7.64	0.61	4.27	6.16	4.15
SAN JOAQUÍN	0.98	0.97	1.20	0.99	1.02
SAN JUAN DEL RÍO	12.84	0.59	6.42	9.45	6.24
TEQUISQUIAPAN	5.07	0.28	2.57	3.87	2.56
TOLIMÁN	1.69	0.71	0.86	1.28	1.03
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

I.V.2.3 Conclusiones fuentes naturales

Como ya se señaló, es importante reiterar que la vegetación y el suelo, como tales, no son fuentes emisoras de contaminantes, las emisiones que producen ambos forman parte de la descomposición de materia orgánica y de los ciclos generadores de sustancias precursoras de estos. No obstante, la importancia de la estimación de estas emisiones es debida a que a nivel global pueden ser iguales o de mayor magnitud que las generadas por actividades antropogénicas, como se ha comentado.

Por esto, es importante cuantificar emisiones generadas por fuentes biogénicas y tener una perspectiva completa de la cantidad de compuestos precursores de contaminantes secundarios que son emitidos y establecer estrategias para un manejo integral de la calidad del aire.

De manera específica si se quiere precisar más la estimación de esta fuente, es recomendable la constante validación de la información arrojada por las estaciones meteorológicas existentes, de tal manera que la cantidad de huecos en la información sea mínima. Con la finalidad de tener

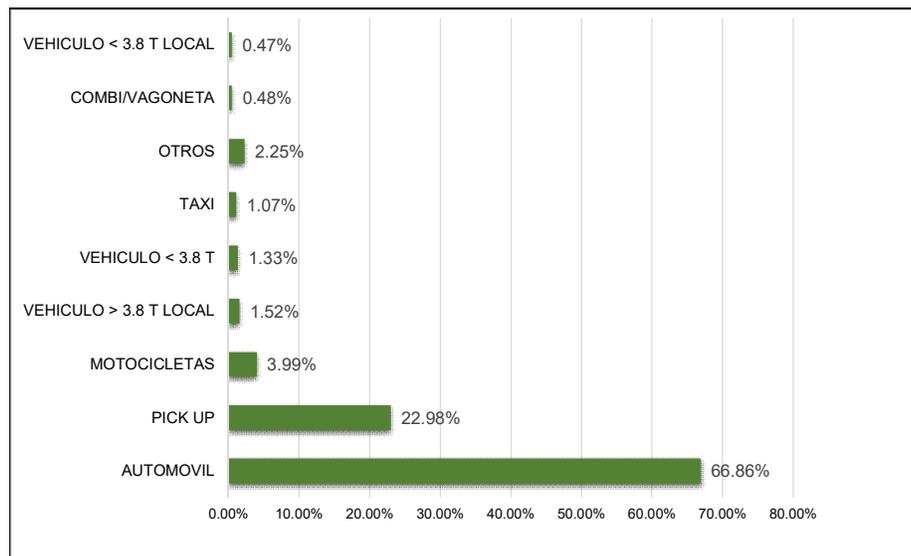
mayor confiabilidad en la información arrojada por el modelo. Además de que se continué con la generación actualizada de cartográfica estatal.

V.4 Fuentes Móviles

Las emisiones generadas por fuentes móviles representan una contribución importante en los inventarios de emisiones, dado que todos los vehículos automotores de combustión interna que circulan en vialidades generan emisiones a la atmósfera y representan una fuente importante de contaminación del aire. Aunque las principales emisiones de las fuentes móviles se generan en el escape durante la combustión de hidrocarburos, también se generan emisiones evaporativas y durante el frenado por el desgaste de las llantas.

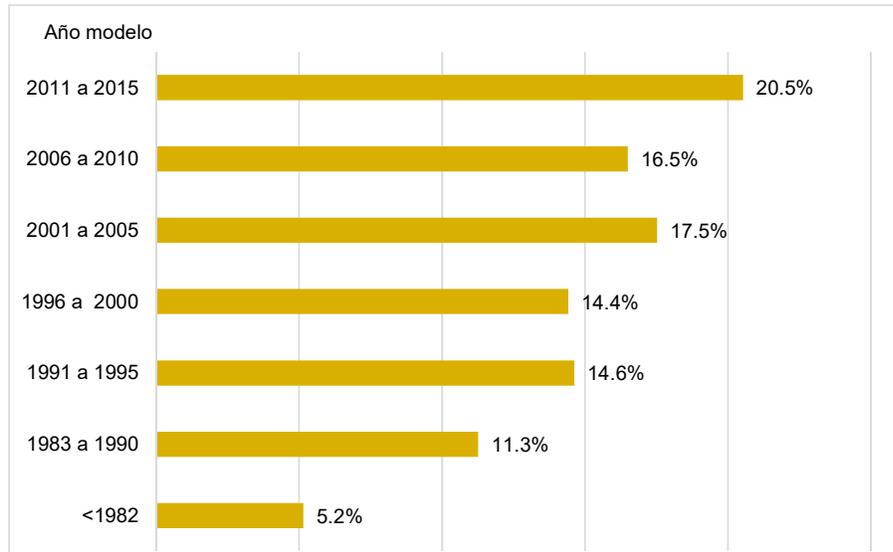
Conforme a la información del padrón vehicular estatal proporcionado por la SEDESU para vehículos registrados hasta el año 2015, se tiene un total de 668,400 vehículos registrados en el estado.

La mayor cantidad de vehículos registrada en el estado de Querétaro es de automóviles particulares, seguida de camionetas pick up y motocicletas.



Gráfica 25. Distribución porcentual por tipo de vehículo al 2015.
Elaboración propia con información SEDESU.

El 80% de vehículos registrados tiene una antigüedad mayor a 5 años y el 63% tiene antigüedad de más de quince años.



Gráfica 26. Distribución del parque vehicular registrado al 2015, por año modelo.
Elaboración propia con información SEDESU.

Se obtuvo información de las SCT de vehículos federales¹² registrado al 2015 en el estado de Querétaro, referentes a: autotransporte de carga, transporte terrestre de pasajeros, transporte turístico, transporte privado de carga, unidades de paquetería y mensajería y turismo. Dicha flota se comparó con la reportada en el padrón estatal con la finalidad de evitar duplicar registros.

IV.2.1 Metodología de fuentes móviles

Las emisiones de las fuentes móviles se estimaron con la metodología establecida por SEMARNAT en el Manual VI “Desarrollo de Inventario de Emisiones de Vehículos Automotores” del Programa de Inventarios de Emisiones para México (SEMARNAT-INE, 1997). Esta metodología requiere de factores de emisión, aplicados a un dato de actividad. En las fuentes móviles, la actividad son los Kilómetros Recorridos por los Vehículos (KRV).

Las emisiones generadas por fuentes móviles de vehículos a gasolina y a diésel se estimaron con el software MOVES-México (*Motor Vehicle Emission Simulator*), que es una versión del modelo para el cálculo de emisiones vehiculares MOVES2014a, desarrollado por la EPA

¹² SCT Estadísticas básicas 2015, <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/estadistica/2015/>. 8/06/17.

(*Environmental Protection Agency*) de Estados Unidos. El modelo fue desarrollado en el año 2010 para sustituir al modelo MOBILE6 bajo el nombre de MOVES2010, en el año 2014 tuvo una actualización tomando el nombre de MOVES2014, y para diciembre de 2015 la EPA realizó una última adecuación del modelo con mejoras al mismo y lo renombró MOVES2014a.

La versión del modelo diseñada para México, basada en el MOVES2014a, fue desarrollada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, a través del Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México, MLED y en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC y fue presentada en México en febrero del 2016. Esta versión considera datos meteorológicos, de combustibles y de flota de los diferentes estados y municipios de México, así como actualizaciones de factores de emisión de acuerdo a mediciones de sensor remoto.

IV.2.2 Emisiones de fuentes de móviles

Las emisiones anuales generadas por fuentes móviles en el estado de Querétaro en 2015, son 817.66 toneladas de PM₁₀, 739.02 toneladas de PM_{2.5}, 543.04 toneladas de SO_x, 149,930.15 toneladas de CO, 24,726.92 toneladas de NO_x, 13,041.43 toneladas de COV y 208.20 toneladas de NH₃.

Tabla 39. Emisiones de Fuentes Móviles

Fuentes Móviles	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
TOTAL	817.66	739.02	543.04	149,930.15	24,726.92	13,041.43	208.20

1. Emisiones de fuentes móviles por subcategoría o subsector.

De acuerdo a las estimaciones realizadas para fuentes móviles, se observa de las emisiones desglosadas por subcategoría lo siguiente:

- Las emisiones de PM₁₀ y PM_{2.5}, provienen principalmente de vehículos locales mayores a 3.8 toneladas que contribuye con el 22.56% y el 22.89% respectivamente, los autos particulares ocupan el segundo lugar con una contribución del 22.01% y 21.55% y las camionetas pick up que contribuyen con el 19.76% y 19.47% respectivamente.
- Los vehículos particulares tienen la mayor contribución de emisiones de SO_x, CO, NO_x, COV y NH₃ con el 47.82%, 47.20%, 52.50%, 55.04% y 54.20% respectivamente.

- Las motocicletas por su parte ocupan el segundo lugar con mayores emisiones de NH₃ con el 20.24% y están en el tercer lugar de emisiones de SO_x y CO registrando una contribución del 9.01% y 11.16% respectivamente.
- Las camionetas pick up están como segundo lugar en contribución de emisiones de SO_x, CO, NO_x y COV, con el 21.03%, 32.26%, 26.31% y 29.48%.

Tabla 40. Emisiones de fuentes móviles por categoría.

TIPO DE VEHÍCULO	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Motocicletas	21.80	19.28	48.93	16727.35	819.67	1,043.89	42.15
Autos particulares	179.98	159.24	259.69	70773.48	12981.32	7,177.80	112.84
Taxis	0.64	0.57	4.32	562.57	144.91	47.63	1.87
Camionetas SUV	2.31	2.06	1.83	787.63	113.08	60.44	0.61
Pick up	161.58	143.88	114.23	48367.20	6504.57	3,843.98	35.69
Combi/Vagoneta	5.08	4.60	2.37	767.32	121.20	64.37	0.55
Vehículos < a 3.8 t. locales	28.47	25.92	12.17	3412.55	525.82	250.81	2.82
Vehículos < a 3.8 t. federales	12.91	11.88	4.73	208.89	101.20	15.26	0.70
Autobuses	65.44	59.93	13.78	1081.08	541.68	61.52	0.88
Micros Colectivos	1.75	1.55	0.33	192.87	16.79	8.55	0.05
Vehículos > a 3.8 t. locales	184.50	169.18	48.03	6612.87	1542.58	396.60	8.04
Vehículos > a 3.8 t. federales	72.41	66.61	9.79	152.97	303.60	28.80	0.88
Tractocamiones locales	53.60	49.31	16.27	218.11	749.73	32.82	0.80
Tractocamiones federales	27.18	25.01	6.58	65.26	260.75	8.96	0.32
TOTAL	817.66	739.02	543.04	149,930.15	24,726.92	13,041.43	208.20

Tabla 41. Contribución porcentual de emisiones de fuentes móviles

TIPO DE VEHÍCULO	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Motocicletas	2.67	2.61	9.01	11.16	3.31	8.00	20.24
Autos particulares	22.01	21.55	47.82	47.20	52.50	55.04	54.20
Taxis	0.08	0.08	0.80	0.38	0.59	0.37	0.90
Camionetas SUV	0.28	0.28	0.34	0.53	0.46	0.46	0.29
Pick up	19.76	19.47	21.03	32.26	26.31	29.48	17.14
Combi/Vagoneta	0.62	0.62	0.44	0.51	0.49	0.49	0.26
Vehículos < a 3.8 t. locales	3.48	3.51	2.24	2.28	2.13	1.92	1.35
Vehículos < a 3.8 t. federales	1.58	1.61	0.87	0.14	0.41	0.12	0.34
Autobuses	8.00	8.11	2.54	0.72	2.19	0.47	0.42
Micros Colectivos	0.21	0.21	0.06	0.13	0.07	0.07	0.03
Vehículos > a 3.8 t. locales	22.56	22.89	8.84	4.41	6.24	3.04	3.86
Vehículos > a 3.8 t. federales	8.86	9.01	1.80	0.10	1.23	0.22	0.42
Tractocamiones locales	6.56	6.67	3.00	0.15	3.03	0.25	0.38
Tractocamiones federales	3.32	3.38	1.21	0.04	1.05	0.07	0.15
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

3. Emisiones de fuentes de móviles por municipio.

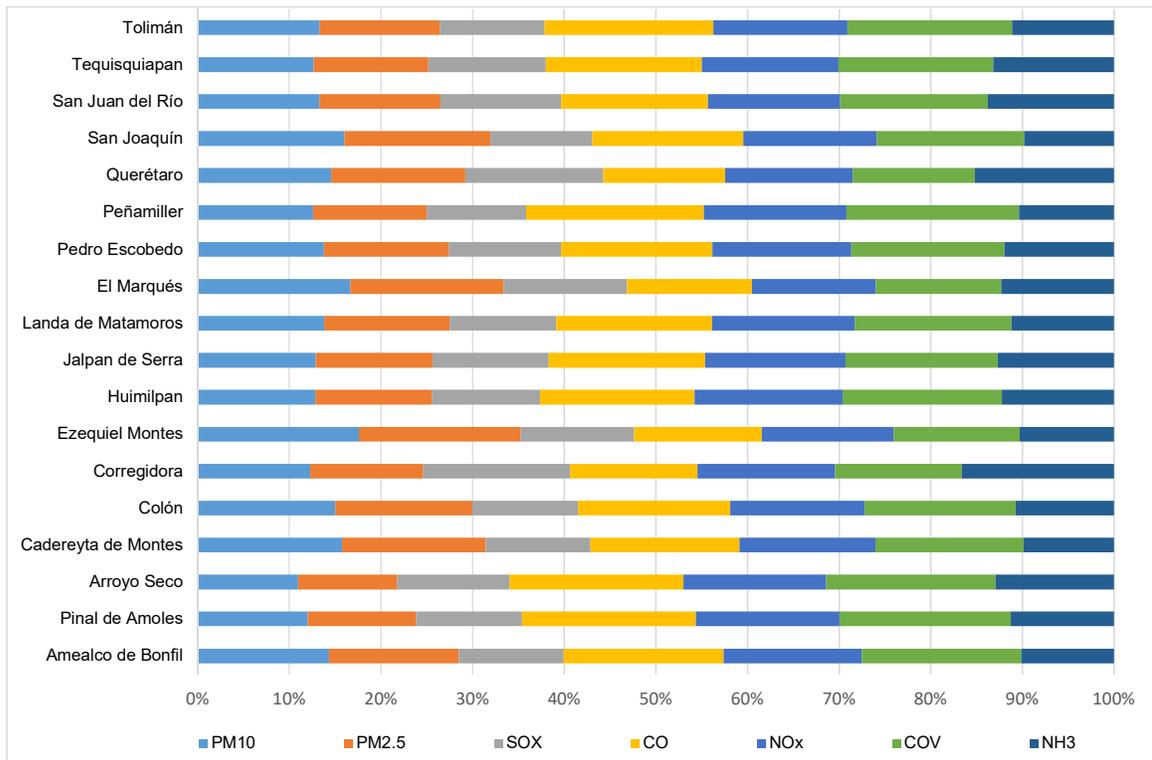
Los principales municipios que contribuyen con los mayores porcentajes de emisiones de fuentes móviles son Querétaro que reporta un contribución arriba del 50% de todos los caminantes, seguido de San Juan del Río que tiene una contribución arriba del 10% de todos los contaminantes y en tercer lugar el municipio de Corregidora que registra aportaciones arriba del 7% en todos los contaminantes.

Tabla 42. Emisiones de fuentes móviles por municipio

MUNICIPIO	EMISIONES (t/a)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	18.01	16.12	9.56	4,030.03	573.06	349.69	3.24
Pinal de Amoles	3.09	2.75	1.98	893.15	121.89	76.64	0.74
Arroyo Seco	2.65	2.35	1.97	839.41	113.84	71.22	0.79
Cadereyta de Montes	23.85	21.47	11.51	4,514.80	678.90	390.75	3.80
Colón	15.38	13.82	7.85	3,116.92	454.15	268.83	2.80
Corregidora	58.88	53.22	50.97	12,180.64	2,176.34	1,055.69	20.25
Ezequiel Montes	19.51	17.67	9.10	2,829.49	480.91	243.75	2.90
Huimilpan	9.88	8.84	6.04	2,373.81	375.98	213.68	2.39
Jalpan de Serra	5.94	5.32	3.88	1,441.71	214.45	122.13	1.49
Landa de Matamoros	3.31	2.97	1.86	747.76	112.92	65.52	0.68
El Marqués	48.00	43.48	25.82	7,192.20	1,176.06	629.73	9.02
Pedro Escobedo	18.11	16.26	10.70	3,978.90	603.14	350.63	4.01
Peñamiller	3.50	3.12	2.01	988.00	131.06	83.59	0.73
Querétaro	472.97	428.69	325.28	78,941.27	13,723.69	6,866.62	125.65
San Joaquín	2.95	2.66	1.36	556.77	81.38	47.42	0.46
San Juan del Río	89.21	80.19	58.56	19,732.26	2,921.83	1,726.20	23.55
Tequisquiapan	17.32	15.51	11.68	4,275.98	617.36	369.15	4.59
Tolimán	5.10	4.56	2.92	1,297.04	169.95	110.16	1.09
TOTAL	817.66	739.02	543.04	149,930.15	24,726.92	13,041.43	208.20

Tabla 43. Contribución porcentual de fuentes móviles por municipio

MUNICIPIO	EMISIONES (%)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Amealco de Bonfil	2.20	2.18	1.76	2.69	2.32	2.68	1.56
Pinal de Amoles	0.38	0.37	0.36	0.60	0.49	0.59	0.35
Arroyo Seco	0.32	0.32	0.36	0.56	0.46	0.55	0.38
Cadereyta de Montes	2.92	2.90	2.12	3.01	2.75	3.00	1.83
Colón	1.88	1.87	1.45	2.08	1.84	2.06	1.34
Corregidora	7.20	7.20	9.39	8.12	8.80	8.09	9.73
Ezequiel Montes	2.39	2.39	1.68	1.89	1.94	1.87	1.39
Huimilpan	1.21	1.20	1.11	1.58	1.52	1.64	1.15
Jalpan de Serra	0.73	0.72	0.71	0.96	0.87	0.94	0.72
Landa de Matamoros	0.41	0.40	0.34	0.50	0.46	0.50	0.33
El Marqués	5.87	5.88	4.75	4.80	4.76	4.83	4.33
Pedro Escobedo	2.21	2.20	1.97	2.65	2.44	2.69	1.93
Peñamiller	0.43	0.42	0.37	0.66	0.53	0.64	0.35
Querétaro	57.84	58.01	59.90	52.65	55.50	52.65	60.35
San Joaquín	0.36	0.36	0.25	0.37	0.33	0.36	0.22
San Juan del Río	10.91	10.85	10.78	13.16	11.82	13.24	11.31
Tequisquiapan	2.12	2.10	2.15	2.85	2.50	2.83	2.21
Tolimán	0.62	0.62	0.54	0.87	0.69	0.84	0.52
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



Gráfica 27. Contribución porcentual por contaminante por municipio.

V.2.3 Conclusiones fuentes móviles

Para poder precisar las estimaciones realizadas de fuertes móviles, es deseable que se pudiera contar con mayor información sobre la calidad de los combustibles comercializados cada mes y no sólo lo reportado en las hojas de seguridad o en las normas.

Si se quiere mejorar la precisión de las estimaciones es importante considerar realizar estudios locales en los cuales se logre captar la distribución de actividad vehicular durante épocas del año con mayor actividad vehicular, así como días de la semana, horas pico y fines de semana, a fin de que se cuente con información robusta para precisar la estimación.

Conforme al análisis realizado de la aplicación de las encuestas se concluye que el modelo MOVES-México considera datos e información de actividad vehicular que es consistente con la actividad del Estado de Querétaro, por lo que los resultados son representativos de las emisiones generadas por el sector transporte de este estado, el cálculo realizado puede ser mejorado si se precisan estudios de movilidad y actividad vehicular locales.

V. Conclusiones generales y recomendaciones

Conclusiones

- Los municipios que tienen mayor contribución de emisiones son Querétaro, San Juan del Río, Pedro Escobedo, Amealco de Bonfil, El Marqués, Jalpa de Serra y Corregidora.
- El sector industrial es el principal emisor de Óxidos de Azufre SO_x.
- Los autos particulares son grandes contribuyentes de emisiones de CO y NO_x
- Las partículas PM₁₀ y PM_{2.5} son emitidas principalmente por combustión residencial de leña y quemas agrícolas.
- La aplicación de fertilizantes y actividades ganaderas son las principales contribuyentes de amoníaco NH₃.
- Los COV son emitidos principalmente por fuentes biogénicas, seguidos de la combustión residencial de leña.

Para el desarrollo del presente inventario se integró información a detalle de cada una de las categorías o sectores, aplicando controles de calidad necesarios, por ello, los resultados aportan información importante para la toma de decisiones y el fortalecimiento de las políticas públicas en materia ambiental del estado de Querétaro.

Recomendaciones

- Impulsar el fortalecimiento de los sistemas de información estatal y municipal que permitan contar con información actualizada de forma constante.
- Fortalecer la coordinación con las dependencias de desarrollo económico estatal y municipal y desarrollo urbano municipal para identificar industrias de jurisdicción estatal que no se tengan reglas e Impulsar su regulación, con la finalidad de tener mayor precisión en la estimación de fuentes fijas.
- Impulsar mecanismos para capacitación del sector industrial, sobre el llenado de la Cédula de Operación Anual, y tener información más precisa sobre emisiones de proceso e impulsar la incorporación de equipos de control de emisión.
- Buscar mecanismos para regulación del sector agropecuario, que permitan captar información de datos de actividad de este sector.
- Fortalecer la coordinación con municipios para impulsar la creación o fortalecimiento de Sistemas de información a través de la regulación de establecimientos comerciales y de servicios.

VI. Referencias

- California Environmental Protection Agency. Determination of Particulate Matter Emissions From Stationary Sources. Air Resources Board 1997, Method 5.
- CCA, SEMARNAT 2001. Inventario Nacional de Emisiones de fuentes de área 2008. Informe final de proyecto México.
- Environmental Protection Agency. Air Chief Compilation of Air pollutant Emission Factors AP-42, version 11. December 2001.
- INE. Fundamentos del programa de inventarios de emisiones para México. 2001.
- Landa, R., J. Meave and J. Carabias (1998), "Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept", *Ecological Applications*, vol. 7(1), pp. 316-329.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1998. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de agosto de 2011.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1998. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de agosto de 2011.
- (México)., I. N. (2015). *Anuario estadístico y geográfico de Querétaro 2015 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Ciudad de México
- Radian International y Eastern Research Group- Manuales del Programa de Inventario de Emisiones de México; elaborado para: La asociación de Gobernadores del Oeste de Denver, Colorado y para el Comité Asesor Binacional.1996 al 2003.
- Salvador Medina Ramirez Institute for Transportation and Development Policy (ITDP Mexico) "Transforming Urban Mobility in Mexico" March 2012
- SEMARNAT, Manual para la elaboración y uso de inventarios de emisiones. Mayo de 2008.
- SEMARNAT/INECC, Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones. México, 2005.
- SEMARNAT/INECC. Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999. Primera edición. México, 2006.
- SEMARNAT/INECC. Inventario Nacional de Emisiones de México, 2005
- SEMARNAT/INECC. Inventario Nacional de Emisiones de México, 2008
- USEPA.(2009).FIRE 6.25 Y AIRCHIEF-12.U.S.A
- Velasco, E., & Bernabé, R. (2004). Emisiones Biogénicas. México, D.F.: Jiménez Editores e Impresiones, S.A. de C.V., Para SEMARNAT, INE.

- Virginia H. Dale, 1997. The Relationship Between Land-Use Change and Climate Change. Ecological Applications: Vol. 7, No. 3, pag. 753-769
- Yarwood, Wilson, Shepard, & Guenther, 2007, User's Guide to the Global Biosphere Emissions and Interactions System (GloBEIS) Version 3.2
- Páginas web consultadas:
 - <http://anafapyt.org.mx>
 - <http://www.arb.ca.gov/ei/emissiondata.htm>
 - <http://www.canalava.org.mx/>
 - <http://www.inegi.org.mx>
 - <http://www.sener.org.mx>
 - <http://www.siap.gob.mx>