



Secretaría
de Ecología
y Gestión
Ambiental

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Fuentes fijas, de área, móviles y naturales

REPORTE FINAL

Preparado para:

Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Estado de San Luis Potosí
Bajo contrato: DGA-CAASPE-co164-LPN-13-12

Preparado por:

Tejeda Le Blanc & Cia., S.C.
LT Consulting

Marzo de 2013

AGRADECIMIENTOS

La realización del inventario de emisiones al aire para el Estado de San Luis Potosí, fue posible gracias al esfuerzo y dedicación de diferentes instituciones participantes, cuyo apoyo técnico y de información fue indispensable para el logro de los objetivos de este trabajo. Las instituciones que participaron en apoyo y revisión técnica del presente inventario se enlistan a continuación.

- SEGAM. Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del estado de San Luis Potosí.
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos.
- Autoridades municipales en materia de medio ambiente del estado de San Luis Potosí.

Las instituciones que participaron con el aporte de información para la realización de este inventario, se enlistan a continuación.

- Cámara Nacional de Comercio
- Cámaras de la Industria
- Comisión Estatal del Agua
- Dirección Estatal de Protección Civil
- Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC), SEMARNAT.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Junta Estatal de Caminos
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos
- Secretaría de Desarrollo Económico
- Secretaría de Desarrollo Social y Regional
- Secretaría de Desarrollo Urbano, vivienda y Obras Públicas
- Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del estado de San Luis Potosí.
- Secretaría de Energía
- Secretaría de Finanzas
- Sistema Meteorológico Nacional
- Petróleos Mexicanos

CONTENIDO

Sección	Página
Agradecimientos	
Contenido	
Índice de cuadros	
Índice de figuras	
Acrónimos y Simbología	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	4
3. USOS DEL INVENTARIO	4
4. CARACTERÍSTICAS DEL INVENTARIO	5
4.1 Año base	5
4.2 Región de estudio	5
4.3 Fuentes de emisión inventariadas	6
4.4 Contaminantes estudiados	6
4.5 Metodologías utilizadas para la estimación de emisiones	6
4.6 Resolución temporal	7
4.6 Resolución espacial	7
5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	8
5.1 Localización geográfica	8
5.2 Aspectos fisiográficos	9
5.2.1 Fisiografía	9
5.2.2 Clima	10
5.2.3 Hidrografía	11

.... Continuación

5.2.4	Edafología	12
5.2.5	Uso de suelo	13
5.3	Aspectos socioeconómicos	15
5.3.1	Población	15
5.3.2	Economía	15
5.3.3	Vías de comunicación	16
6.	INVENTARIO DE EMISIONES	17
6.1	Inventario de emisiones por fuente	17
6.2	Inventario de emisiones por contaminante	19
6.3	Inventario de emisiones por municipio	27
7.	CONSIDERACIONES POR FUENTE DE EMISIÓN	33
7.1	Fuentes fijas	33
7.1.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	33
7.1.2	Áreas de oportunidad	34
7.2	Fuentes de área	34
7.2.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	35
7.2.2	Áreas de oportunidad	35
7.3	Fuentes móviles carreteras	35
7.3.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	36
7.3.2	Áreas de oportunidad	36
7.4	Fuentes móviles no carreteras	36
7.4.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	36
7.4.2	Áreas de oportunidad	37
7.5	Fuentes naturales	37
7.5.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	37

... Continuación

7.5.2 Áreas de oportunidad	37
8. CONCLUSIONES	38
9. RECOMENDACIONES	41
GLOSARIO	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ANEXOS:

- Anexo A. Memoria de cálculo de fuentes fijas
- Anexo B. Memoria de cálculo de fuentes móviles
- Anexo C. Memoria de cálculo de fuentes de área
- Anexo D. Memoria de cálculo de fuentes naturales
- Anexo E. Fuentes móviles no carreteras



Secretaría
de Ecología y
Gestión Ambiental

ÍNDICE DE CUADROS

Sección	Página
Cuadro 1.1 Inventario de emisiones del Estado de San Luis Potosí, 2005	1
Cuadro 1.2 Contribución porcentual de emisiones en el 2005 por tipo de fuente del estado de San Luis Potosí con respecto a todo México	2
Cuadro 5.1 Provincias y subprovincias fisiográficas del estado de San Luis Potosí	9
Cuadro 6.1 Emisión de contaminantes por fuente en San Luis Potosí	18
Cuadro 6.2 Emisión de contaminantes por categoría en San Luis Potosí	21
Cuadro 6.3 Porcentaje de contribución a la emisión de contaminantes por categoría en San Luis Potosí	24
Cuadro 6.4 Emisión por contaminante y municipio en San Luis Potosí	29
Cuadro 6.5 Porcentaje de contribución por contaminante y municipio en San Luis Potosí	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Sección	Página
Figura 4.1. Localización geográfica del área de estudio	5
Figura 5.1 Localización geográfica del estado de San Luis Potosí	8
Figura 5.2 Fisiografía del estado de San Luis Potosí	10
Figura 5.3 Unidades climáticas en el estado de San Luis Potosí	11
Figura 5.4 Hidrografía en el estado de San Luis Potosí	12
Figura 5.5 Tipo de suelo en el estado de San Luis Potosí	13
Figura 5.6 Usos de suelo en el estado de San Luis Potosí	14
Figura 5.7 Crecimiento poblacional en el estado de San Luis Potosí	15
Figura 5.8 Principales vías de comunicación en el estado de San Luis Potosí	16
Figura 6.1 Porcentaje de emisión de contaminantes por tipo de fuente en San Luis Potosí	18
Figura 6.2 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por categoría en San Luis Potosí	20
Figura 6.3 Contribución a la emisión de contaminantes por municipio	28

ACRÓNIMOS Y SIMBOLOGÍA

AGEB	Área Geoestadística Básica
CFE	Comisión Federal de Electricidad de México
CH ₄	Metano
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
CO	Monóxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
DGCARETC	Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
FE	Factor de emisión
GIS	Sistema de Información Geográfica
INEM	Inventario Nacional de Emisiones para México
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geográfica
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
KRV	Kilómetros recorridos por vehículo
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MOBILE	Modelo de factor de emisiones de vehículos automotores
NH ₃	Amoniaco
NO _x	Óxidos de nitrógeno
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PM ₁₀	Partículas con diámetro aerodinámico menor s 10 micras
PM _{2.5}	Partículas con diámetro aerodinámico menor s 2.5 micras
PROAIRE	Programa de Calidad del Aire
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SO ₂	Dióxido de azufre
Ton	Toneladas

1. INTRODUCCIÓN

Un inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera 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. Un inventario de emisiones es una herramienta indispensable para diseñar, implementar y evaluar acciones de control encaminadas a la reducción de emisión de contaminantes al aire y las cuales son la parte fundamental de un programa de calidad del aire, conocidos en México como PROAIRE.

En lo que respecta al estado de San Luis Potosí, el más reciente inventario de emisiones a la atmósfera, fue el desarrollado dentro del Inventario Nacional de Emisiones de México, 2005, el cual fue publicado en el 2012 por la SEMARNAT . Los resultados generales por fuente se muestran en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 Inventario de emisiones del Estado de San Luis Potosí, 2005

Fuente	Emisiones (Ton/año)						
	NO _x	SO ₂	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃
Fijas	18,700	83,658	5,064	49,242	14,166	12,043	2,535
Móviles	33,241	408	52,099	655,173	313	242	283
Área	9,612	5,682	41,656	62,491	14,863	9,645	24,539
Naturales	70,134	NA	243,993	NA	NA	NA	NA
Total	131,687	89,748	342,812	766,906	29,342	21,930	27,356

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting con información del Inventario Nacional de Emisiones, 2005 de SEMARNAT, consultada en: <http://sinea.semarnat.gob.mx/sinae.php>

Los resultados del Inventario Nacional de Emisiones (SEMARNAT, INEM-2005), muestran que en el 2005 las fuentes naturales eran las principales generadoras de óxidos de nitrógeno (53%) y de compuestos orgánicos volátiles (71%). Con lo que respecta exclusivamente a las fuentes antropogénicas, el sector transporte fue el principal emisor de óxidos de nitrógeno (25%), compuestos orgánicos volátiles (15%) y monóxido de carbono (85%); mientras que el sector industrial es el que más contribuyó a la emisión de dióxido de azufre (93%); los servicios o fuentes de área generaron la mayor cantidad de partículas menores a 10 micrómetros (51%) y menores a 2.5 micrómetros (44%), así como el mayor aporte en amoníaco (90%).

Con lo que respecta a las emisiones generadas durante el 2005 y reportadas en el INEM-2005, el estado de San Luis Potosí presentó su mayor aporte de emisiones a través de las fuentes fijas: 3.1% de emisiones de NO_x, 3% de SO₂, 1.8% de COV, 4.7% de CO, y más del 5% en PM₁₀, PM_{2.5} y NH₃. El cuadro 1.1 muestra el porcentaje de contribución del estado de San Luis Potosí en emisiones por fuente con respecto al total Nacional.

Cuadro 1.2 Contribución porcentual de emisiones en el 2005 por tipo de fuente del estado de San Luis Potosí con respecto a todo México

Fuente	Emisiones (Ton/año)						
	NO _x	SO ₂	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃
Fijas	3.1	3.0	1.8	4.7	5.2	5.5	5.8
Móviles	1.8	1.4	1.7	1.7	1.9	2.0	1.3
Área	2.8	2.3	2.3	2.5	2.8	2.7	2.6
Naturales	4.0	NA	1.7	NA	NA	NA	NA
Total	2.9	2.9	1.8	1.8	3.6	3.7	2.7

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting con información del Inventario Nacional de Emisiones, 2005 de SEMARNAT, consultada en: <http://sinea.semarnat.gob.mx/sinae.php>

La información base utilizada para la elaboración del INEM-2005 fue en su mayoría solicitada a las entidades federativas, lo cual permitió desarrollar un inventario con mayor grado de confiabilidad; sin embargo, este inventario data del 2005, por lo que se hace necesario continuar con la actualización de los inventarios, ya que estos son la herramienta base en la toma de decisión en materia de calidad del aire. Actualmente SEMARNAT está por publicar el Inventario Nacional 2008, y por planear el desarrollo del 2011.

Como parte de esta dinámica la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental (SEGAM) ha decidido realizar su propia actualización del inventario de emisiones a la atmósfera, como parte del programa de actualización que la propia SEMARNAT realiza en materia de inventario de emisiones, con el objetivo principal de desarrollar un inventario de emisiones a nivel local, el cual permitirá disminuir la incertidumbre del propio inventario, y permitirá su uso en toma de decisiones locales, ya sea en la prevención como en el control de emisiones. Este inventario tiene la característica principal, de contar con información local, la cual ha sido generada en campo para las diversas fuentes de emisión, y/o recabada con las principales dependencias locales que cuentan con información indispensable para la estimación de emisiones.

Las fuentes de emisión que integran la actualización de este inventario de emisiones incluyen a las fuentes fijas (industria), de área (comercios y servicios), móviles (circulan en carreteras), fuentes móviles no carreteras y biogénicas; y los contaminantes evaluados son los óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), partículas menores a 2.5 (PM_{2.5}) y 10 (PM₁₀) micrómetros y amoníaco (NH₃).

El principal usuario de la información resultante de la actualización del inventario de emisiones será la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental (SEGAM) para mejorar su entendimiento acerca de las principales fuentes de contaminación al aire y su contribución a la calidad del aire en el área de estudio; también, los resultados de la actualización del inventario de emisiones servirán a la SEGAM como herramienta para la elaboración del Programa de Gestión de Calidad del Aire (PROAIRE) en la zona conurbada de San Luis Potosí. Además, el inventario de fuentes móviles será el insumo principal para la evaluación del Programa de Verificación Vehicular en el Estado.

Este reporte del inventario de emisiones se encuentra estructurado de la siguiente forma:

Capítulo 1. Se presenta una breve descripción de los antecedentes del último inventario realizado para S.L.P. y la motivación para realizar este trabajo.

Capítulo 2. Se muestran los objetivos que se persiguen al realizar este estudio.

Capítulo 3. La realización del inventario de emisiones al aire tiene por sí sólo diferentes usos, los cuáles se mencionan en este apartado.

Capítulo 4. En este capítulo se menciona, en forma muy sintetizada, las principales características técnicas bajo las cuales se realizó el inventario de emisiones, a saber: año base, contaminantes estudiados, fuentes de emisión, cobertura del inventario, metodologías, entre otras.

Capítulo 5. Este capítulo describe en forma breve las características fisiográficas y socioeconómicas que tiene la zona de estudio, como parte de contexto a la introducción al área de estudio.

Capítulo 6. Se presentan los resultados para cada fuente. Los resultados se muestran en forma gráfica y en cuadros.

Capítulo 7. Describe las principales consideraciones realizadas por fuente de emisión, una breve descripción de la fuente de emisión, metodología utilizada, contaminantes estudiados, fuentes de información, obstáculos encontrados y áreas de oportunidad.

También se ha integrado a este reporte un glosario con los términos más utilizados en este documento, así como una sección con las referencias bibliográficas consultadas. Las memorias de cálculo forman parte de los anexos del reporte final, en ellas se describe detalladamente, el procedimiento, la información y consideraciones realizadas para la estimación de emisiones por cada categoría de fuente de emisión.

2. OBJETIVO

EL OBJETIVO PRINCIPAL DE ESTE ESTUDIO ES ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES AL AIRE DE FUENTES FIJAS, MÓVILES, ÁREA Y NATURALES, CON AÑO BASE 2011, PARA TODOS LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ.

3. USOS DEL INVENTARIO

- Los resultados de este inventario de emisiones contribuirán a la elaboración del Programa de Gestión de Calidad del Aire (ProAire) en la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada, a través de la identificación de las principales fuentes de emisión para establecer las medidas de control y/o prevención de emisiones a la atmósfera necesarias.
- Los resultados del inventario de emisiones también permitirán analizar la pertinencia de implementar un Programa de Verificación Vehicular a nivel estatal, ya que se contará con información específica de la contribución a las emisiones al aire por tipo de vehículo, antigüedad, tipo de combustible, entre otros datos.

Este inventario también será de utilidad al personal de las instituciones académicas y organizaciones públicas y privadas para realizar un análisis adicional con los datos generados a través de este estudio.

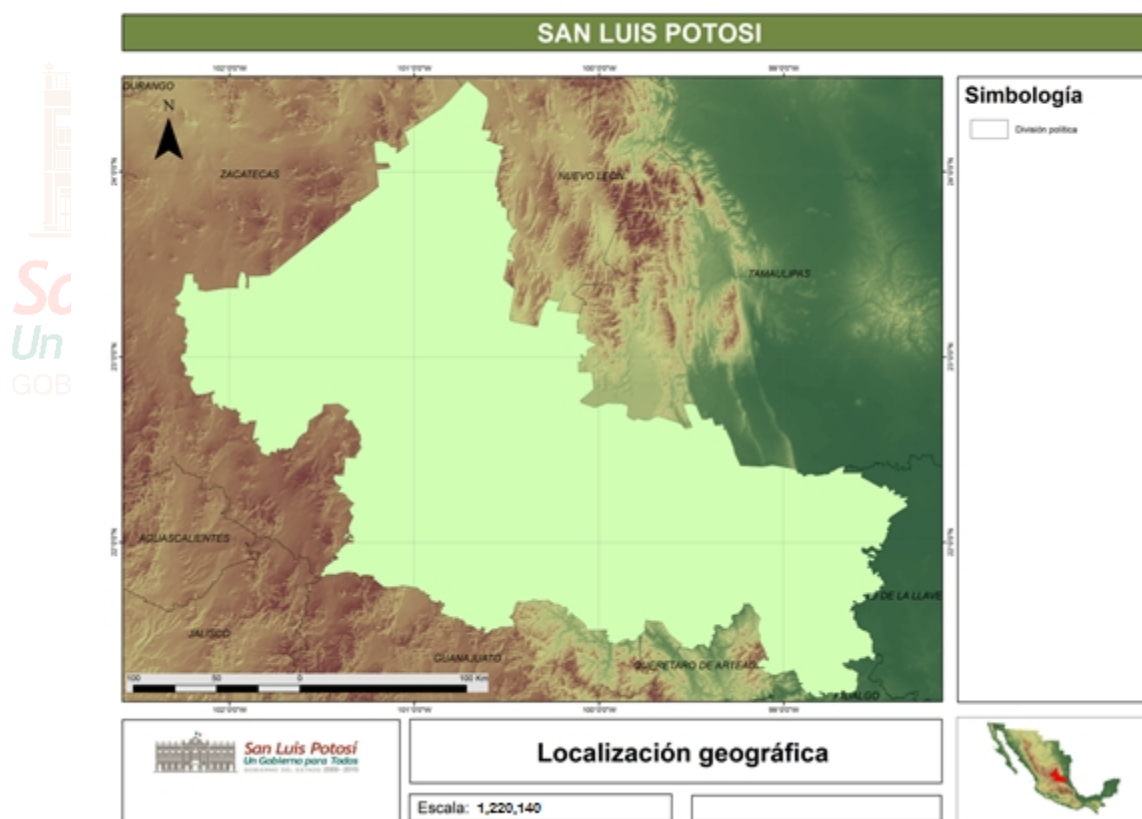
4. CARACTERÍSTICAS DEL INVENTARIO

4.1 AÑO BASE

El año base, es decir, el año para el que se estimó la emisión de contaminantes, fue el 2011, por lo que toda la información utilizada se ajustó a ese año.

4.2 REGIÓN DE ESTUDIO

La delimitación territorial para la elaboración del inventario de emisiones al aire, está determinada por la extensión geográfica del estado de San Luis Potosí, que está integrada por 58 municipios. La zona de estudio se muestra en la Figura 4.1



Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 4.1. Localización geográfica del área de estudio

4.3 FUENTES DE EMISIÓN INVENTARIADAS

- a) Fuentes fijas
- b) Fuentes de área
- c) Fuentes móviles carreteras
- d) Fuentes móviles no carreteras
- e) Fuentes biogénicas

4.4 CONTAMINANTES ESTUDIADOS

- a) Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- b) Dióxido de azufre (SO₂)
- c) Compuestos orgánicos volátiles (COV)
- d) Monóxido de carbono (CO)
- e) Partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀)
- f) Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), y
- g) Amoníaco (NH₃)

4.5 METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Las metodologías que se utilizaron para la elaboración de este inventario, están basadas en varias fuentes de información: serie de *Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México*¹, la *Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones*², así como las metodologías actualizada por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA) para la elaboración de inventarios de emisiones del AP-42. Además, se utilizaron metodologías y procedimientos propios desarrollados por LT Consulting, para la recopilación de información de campo y la estimación de emisiones. De acuerdo a lo anterior, las principales metodologías que fueron utilizadas para la elaboración del inventario de emisiones a la atmósfera para el estado de San Luis Potosí, son las siguientes: muestreo en fuente, modelos de emisión, factores de emisión y el balance de materiales.

¹ Radian International LLC, INE-SEMARNAP, USEPA, Western Governors' Association. Manuales del programa de inventarios de emisiones de México. Diciembre de 1997.

² INE-SEMARNAT, Western Governors' Association. Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones. Mayo de 2005.

4.6 RESOLUCIÓN TEMPORAL

Los resultados de emisión de contaminantes, por tipo de fuente y categoría, se reportan en megagramo de contaminante por año (Mg/año).

4.7 RESOLUCIÓN ESPACIAL

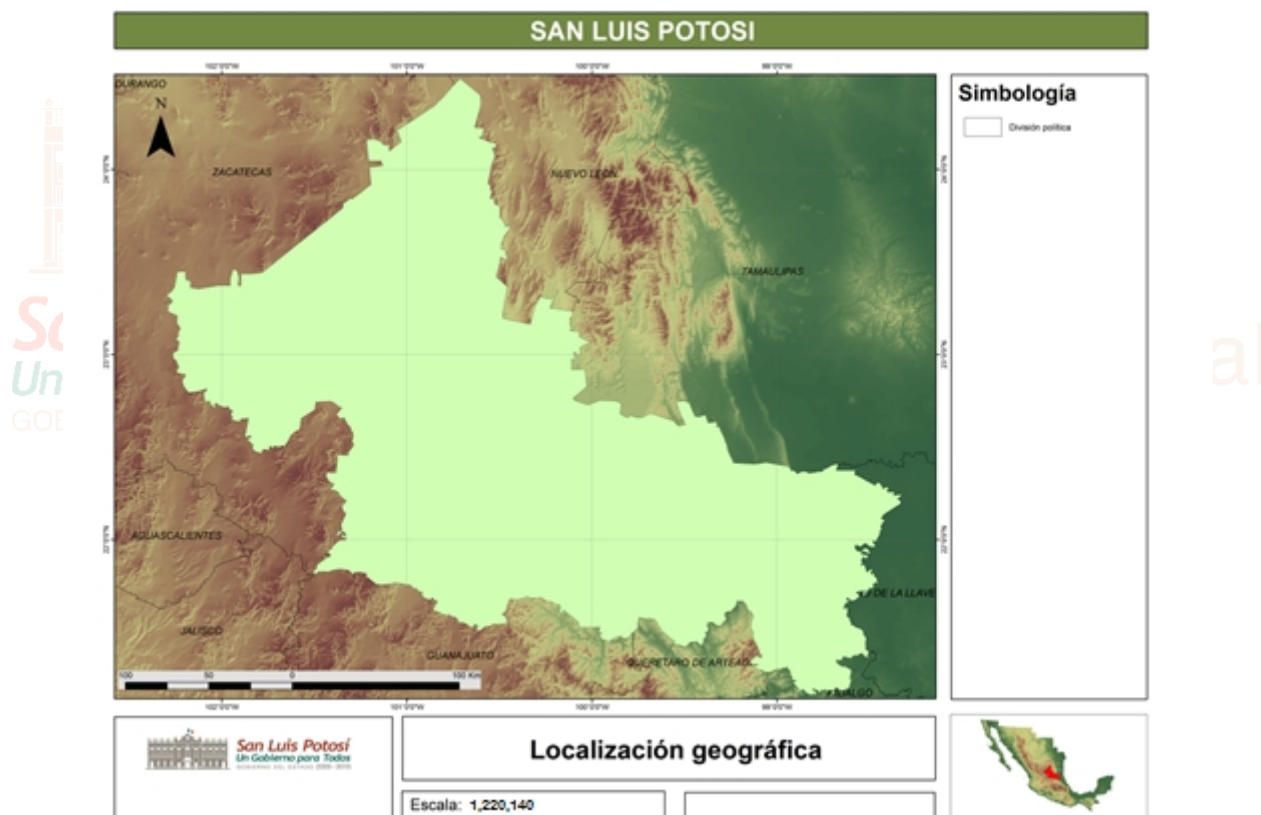
La distribución espacial de las emisiones se realizó a nivel municipal por tipo de fuente de emisión y contaminante, a través de las siguientes metodologías:

- **Fuentes fijas.** Asignación espacial de las emisiones a través de las coordenadas geográficas (latitud/longitud) de cada fuente de emisión.
- **Fuentes de área.** Distribución de las emisiones mediante las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). Las AGEB son divisiones geográficas utilizadas en México con fines estadísticos y censales por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), las cuales son representadas por un número determinado de habitantes y viviendas, entre otros atributos.
- **Fuentes móviles.** La distribución geográfica de la emisión de contaminantes al aire proveniente de las fuentes móviles, se asignó a nivel municipal.
- **Fuentes naturales.** La distribución de la emisión de contaminantes provenientes de fuentes biogénicas se realizó a través de la georeferenciación de la cobertura vegetal y el uso de suelo de la zona de estudio.

5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

5.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El estado de San Luis Potosí se encuentra al *Norte* 24° 29', al *Sur* 21° 10' de latitud norte; al *Este* 98° 20', al *Oeste* 102° 18' de longitud oeste³. El estado es cruzado por el Trópico de Cáncer. Colinda al *Norte* con los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas; al *Sur* con los estados de Guanajuato, Hidalgo y Querétaro; al *este* con el estado de Veracruz; y al *oeste* con los estados de Jalisco y Zacatecas. El estado de San Luis Potosí tiene una extensión territorial de 62,304.74 km², que equivalen a 3.1%⁶ de la superficie del país. El territorio del estado de San Luis Potosí es un terreno contrastado, sus alturas varían entre los 20 y 2,680 m sobre el nivel del mar.



Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.1 Localización geográfica del estado de San Luis Potosí

³ INEGI. Marco Geoestadístico, 2000.

El estado de San Luis Potosí posee un área geográfica diferenciada, por lo cual éste está dividido en cuatro zonas naturales: Centro, Huasteca, Altiplano y Media, como se podrá en la sección de aspectos fisiográficos.

5.2 ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

5.2.1 Fisiografía

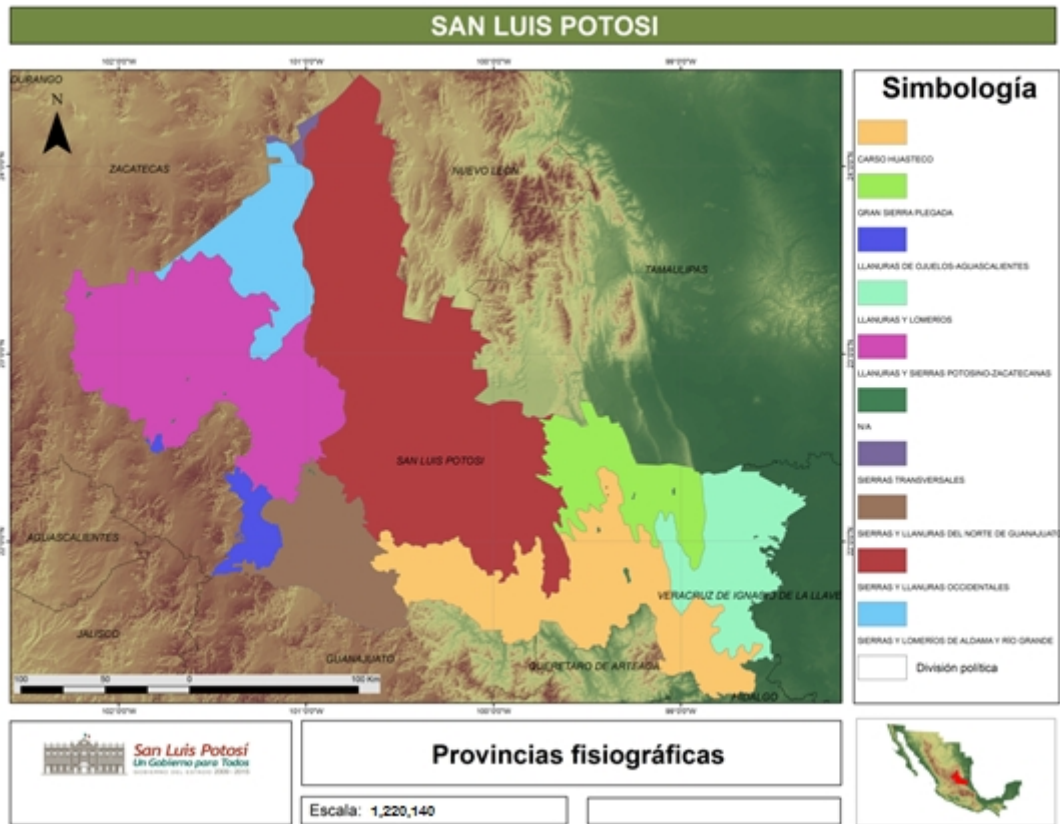
El territorio de San Luis Potosí está conformado por segmentos de 3 provincias fisiográficas del país: la Sierra Madre Oriental, que se extiende de norte a sur atravesando la región central del Estado hasta la región sureste; la Mesa del Centro, se extiende por toda la región occidental; y la Llanura Costera del Golfo Norte, que abarca la zona este-sureste.

La Sierra Madre Oriental comprende un conjunto de sierras menores de estratos plegados y abarca el 57.08% de la superficie total del Estado. La provincia Mesa del Centro ocupa 35.03% del territorio estatal, mientras que la provincia Llanura Costera del Golfo Norte ocupa el resto del territorio y se caracteriza por contar con una topografía plana, con ligeros relieves hacia la costa del Golfo de México. Las subprovincias pertenecientes a las provincias antes descritas se muestran en el cuadro 5.1 y la figura 5.2.

Provincia	Subprovincia
Sierra Madre Oriental	Sierras Transversales
	Gran Sierra Plegada
	Sierras y Llanuras Occidentales
	Carso Huasteco
	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande
Llanura Costera del Golfo Norte	Llanuras y Lomeríos
	Sierras y Llanuras Potosinas y Zacatecanas
Mesa del Centro	Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes
	Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato

Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Cuadro 5.1 Provincias y subprovincias fisiográficas del estado de San Luis Potosí



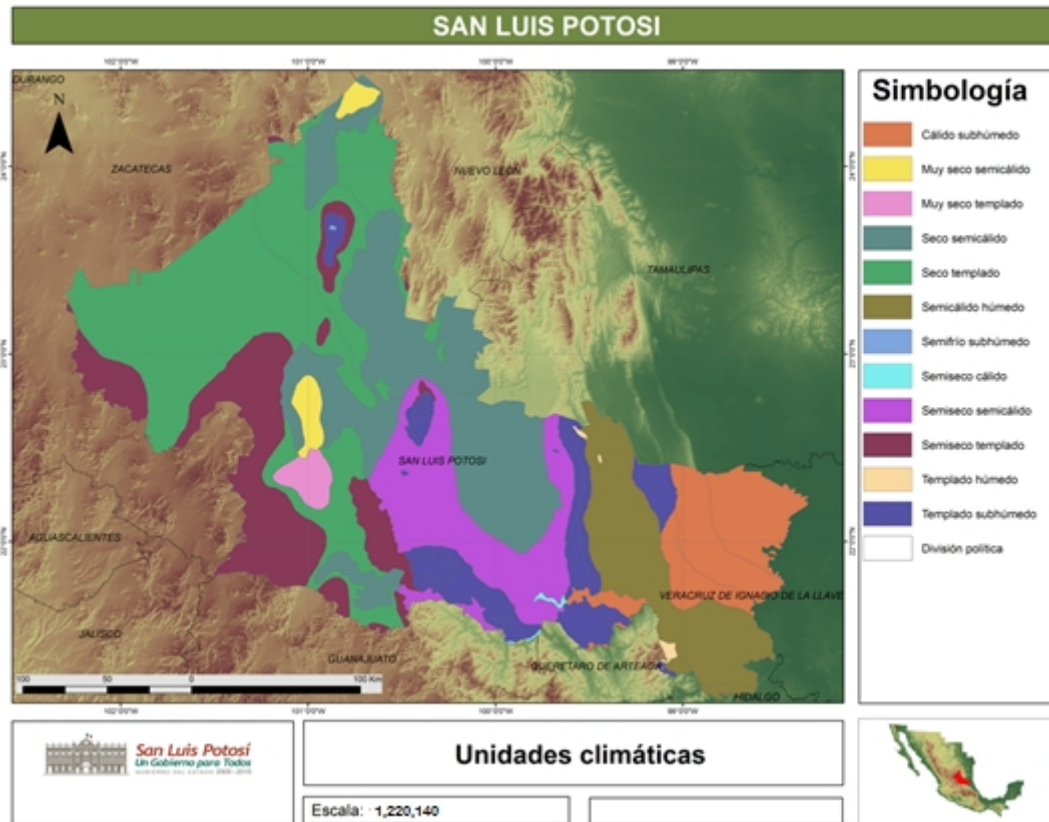
Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.2 Fisiografía del estado de San Luis Potosí

5.2.2 Clima

El clima que predomina es el seco y semiseco ya que se presenta en el 71% de la superficie del estado localizado en las región conocida como El Salado. El 15% está representado por el clima cálido subhúmedo, localizado en la parte este de la Sierra Madre Oriental, el 10% está representado por clima cálido húmedo, el cual se localiza hacia la Llanura Costera del Golfo; el 2.5% es clima muy seco localizado en la Mesa del Centro; el 1.5% es templado subhúmedo y se localiza en las llanuras que se encuentran entre las sierras, también se presenta clima templado húmedo en un porcentaje muy pequeño del 0.2 hacia el sureste del estado.

La temperatura media anual del estado es de 21°C, la temperatura mínima promedio es de 8.4°C que se presenta en el mes de enero y la máxima promedio es alrededor de 32°C se presenta en el mes de mayo. Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es alrededor de 950 mm anuales.

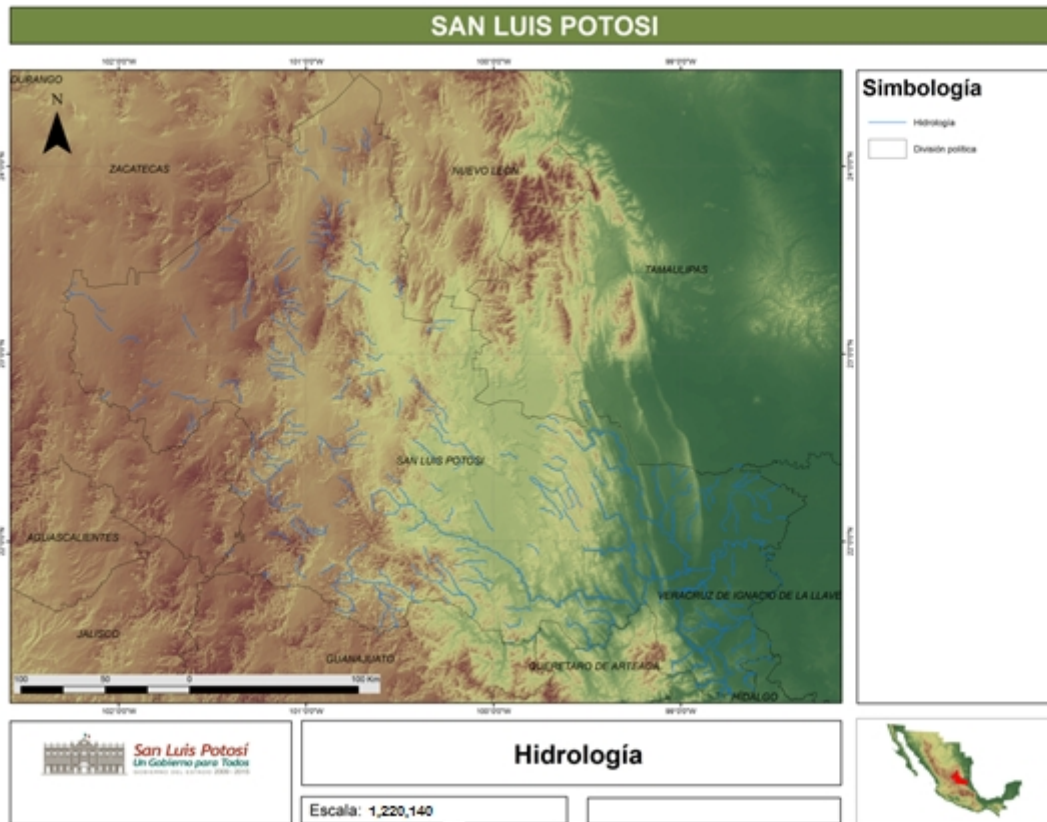


Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.3 Unidades climáticas en el estado de San Luis Potosí

5.2.3 Hidrografía

La hidrografía en el Altiplano está formada por un conjunto de cuencas cerradas y endorreicas, por corrientes de temporal, mantos subterráneos y algunos manantiales. En la región Media, por manantiales, cuencas cerradas y, de mayor importancia, los sistemas hidrológicos de la cuenca del Río Verde y el río Alaquines. En la Huasteca se localizan los recursos hidráulicos más abundantes del estado, cuyos sistemas hidrológicos están constituidos por arroyos de caudal permanente, gran cantidad de manantiales, lagunas y la cuenca del río Pánuco, una de las más importantes del país.

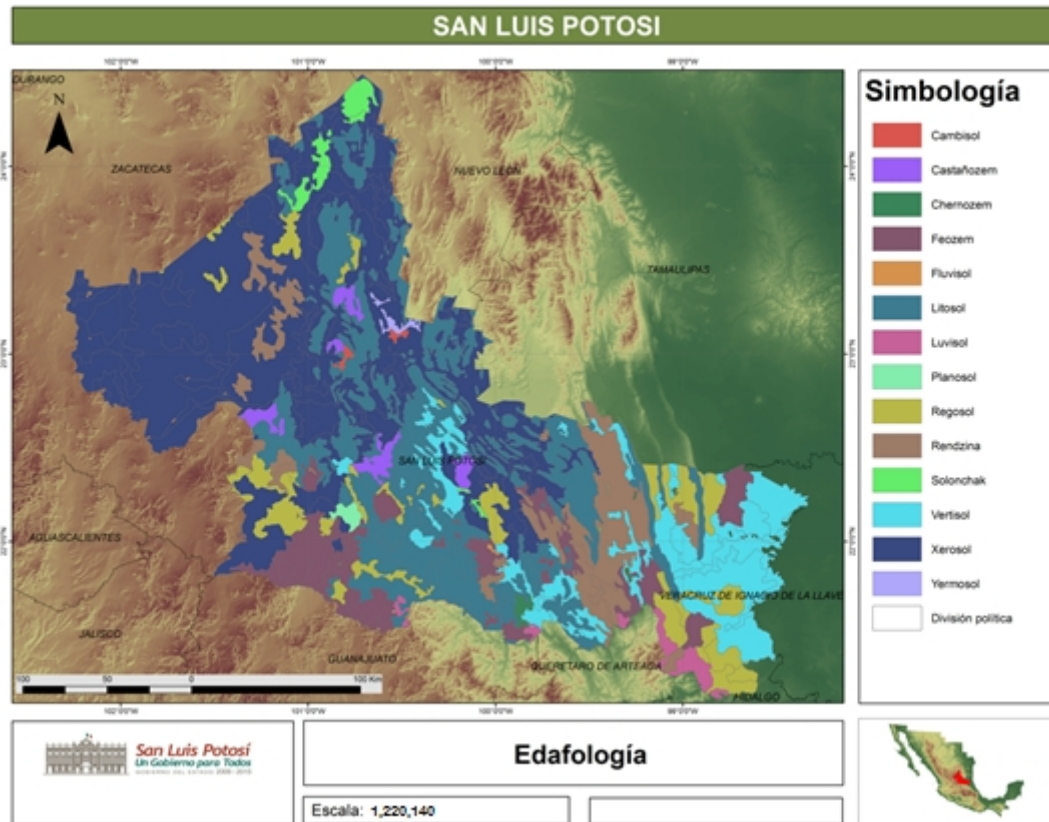


Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.4 Hidrografía en el estado de San Luis Potosí

5.2.4 Edafología

En lo que a suelos se refiere predominan en la entidad los *xerosoles* (42%) y se localizan en las subprovincias Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande, Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas así como en Sierras y Llanuras Occidentales. Los *litosoles* ocupan el 23% de la superficie total estatal, y están distribuidos en los alrededores de la ciudad de San Luis Potosí, en la Sierra de Catorce, Sierra El Tablón, Sierra La Colmena y Sierra La Trinidad principalmente. Los *vertisoles* ocupan aproximadamente el 10% de la superficie estatal y se encuentran en su totalidad en la subprovincia Llanuras y Lomeríos. Las *rendzinas* ocupan el 7.5% del territorio, los *feozems* el 7%, los *castañozems* el 1.5% mientras que el resto del territorio está compuesto por *solonchaks*, *luvisoles*, *chernozems*, *vermosoles* y *fluvisoles* (ver figura 5.5).



Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.5 Tipo de suelo en el estado de San Luis Potosí

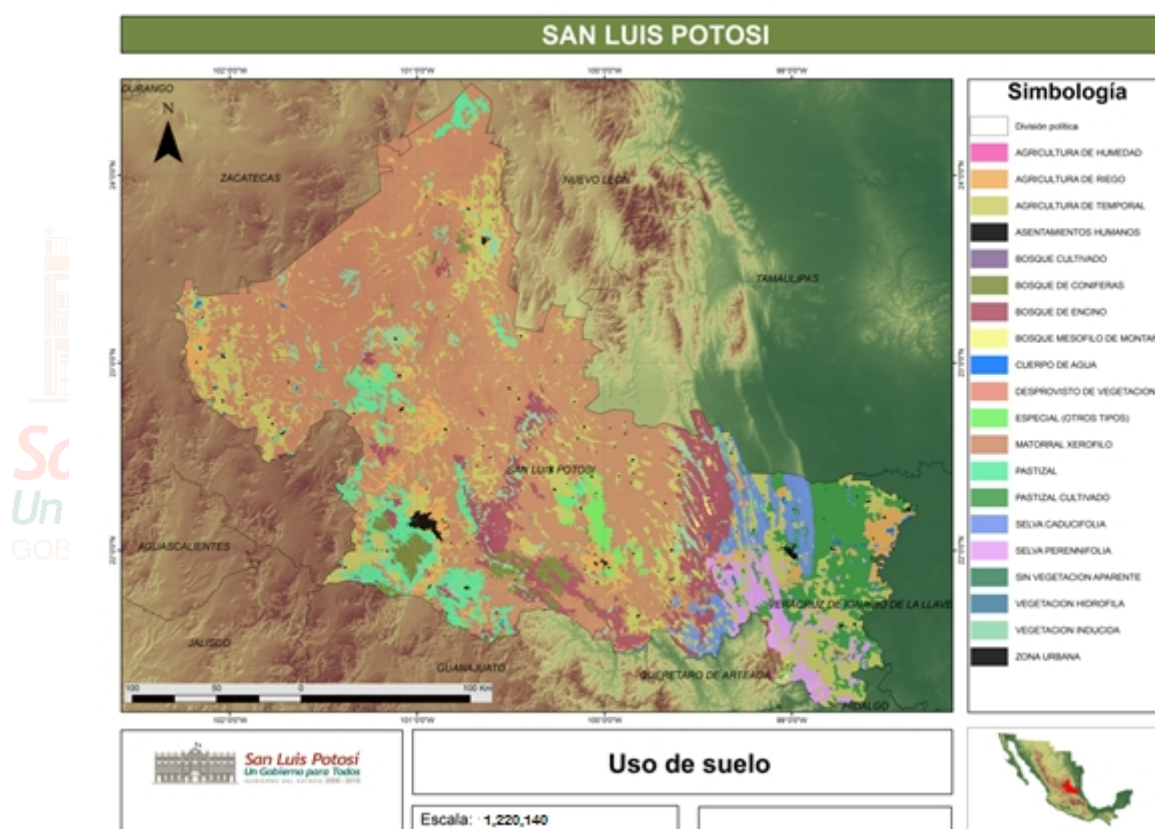
5.2.5 Uso de suelo

La gran diversidad de tipos de vegetación en el Estado de San Luis Potosí, es el resultado de la variación del clima y condiciones fisiográficas presentes. Se encuentran variantes de vegetación para tres ecosistemas: bosques para clima templado-frío, selvas, bosque mesófilo y vegetación hidrófila para clima tropical húmedo-seco y matorrales, mezquital, pastizal y chaparral para clima árido y semiárido.

Para comprender de manera sencilla la distribución del uso de suelo a lo largo de la zona de estudio, se presenta la extensión territorial para cada una de las categorías siguientes:

- Agricultura: 12,806.2 km²
- Forestal: 5,535.2 km²
- Asentamiento urbano: 401.9 km²
- Cuerpos de agua: 159.3 km²
- Otros: 41,596.1 km²

En la categoría de “Otros” se incluye vegetación hidrófila, matorrales, pastizales, y especies de selva caducifolia y subcaducifolia. El uso de suelo en el Estado se muestra en la figura 5.6:



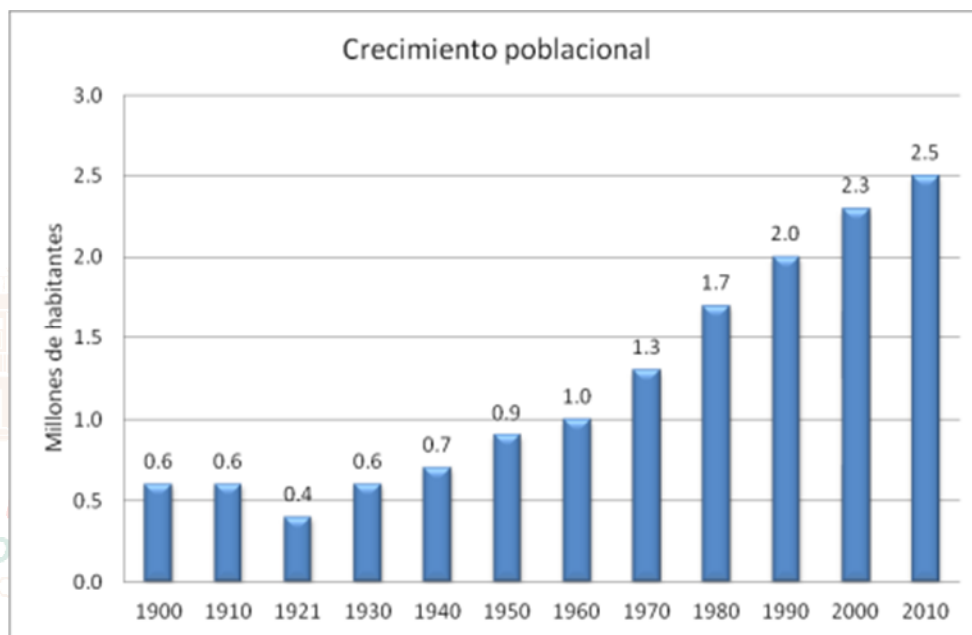
Fuente: Figura elaborada por LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.6 Usos de suelo en el estado de San Luis Potosí

5.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

5.3.1 Población

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), en 2010 el estado de San Luis Potosí contaba con más de 2,585,500 habitantes (sin considerar su población flotante). El crecimiento poblacional registrado en 2010 fue de 8% en el Estado (ver figura 5.7), y la distribución de la población muestra mayor tendencia a concentrarse en las principales localidades urbanas. Los municipios que cuentan con un número mayor de habitantes son San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez y Ciudad Valles.



Fuente: LT Consulting con información de INEGI, 2012 para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.7 Crecimiento poblacional en el estado de San Luis Potosí

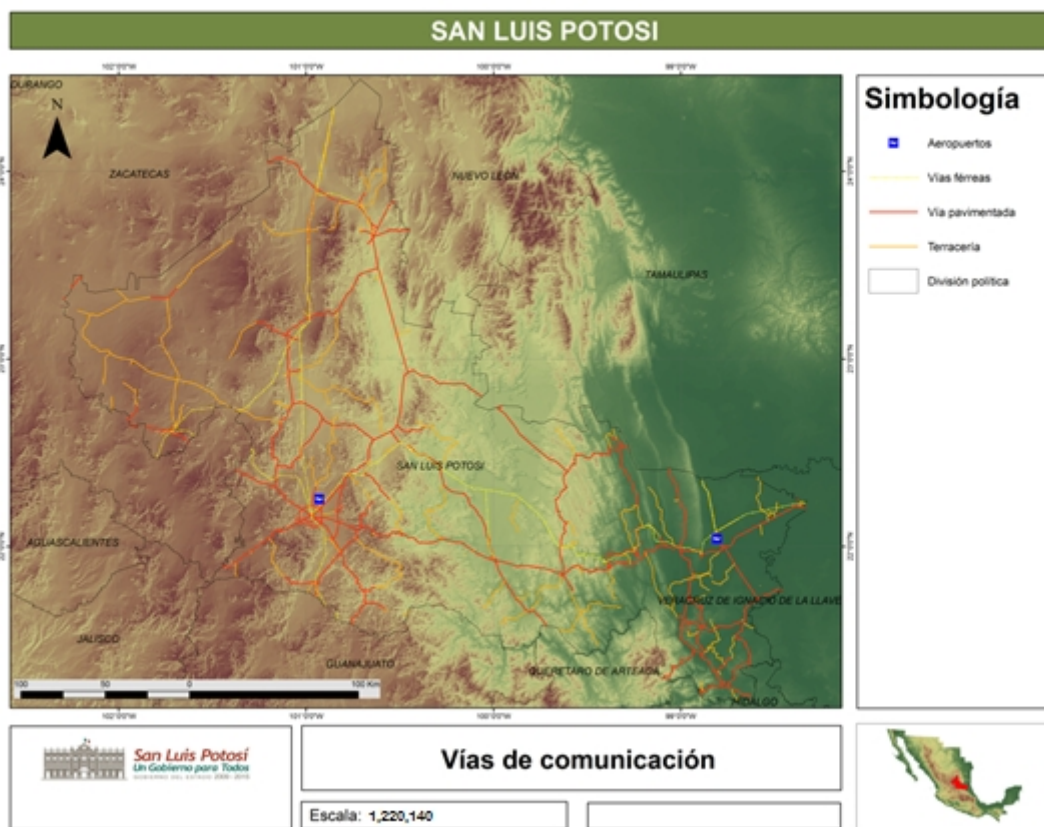
5.3.2 Economía

La ubicación geográfica de San Luis Potosí ofrece fácil y rápido acceso a los inversionistas, consumidores y proveedores. Ello permite operar a las empresas con costos y niveles de rentabilidad competitivos. Esto se sustenta en las riquezas naturales e infraestructura, así como en el trabajo de su población, avances continuos en la integración tecnológica de sus actividades industriales, comerciales y de servicios, extractivas y artesanales. El sector de minería y extracción de petróleo fue el principal receptor de la Inversión Extranjera Directa (IED) recibida por San Luis Potosí en 2010.⁴

⁴ <http://www.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/san-luis-potosi>

5.3.3 Vías de comunicación

De acuerdo a INEGI y a la Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, el territorio del Estado está comunicado a través de 1,235 kilómetros de vías férreas de los cuales el 87.2% se utilizan como troncales y ramales, 11.1 % como vías secundarias y 1.7% para uso particular. En cuanto a vías de comunicación destinadas a vehículos motorizados, existen 5,030 kilómetros de vías pavimentadas, 6,924 kilómetros de vías sin pavimento. Por otro lado, para las operaciones aéreas San Luis Potosí cuenta con 2 aeropuertos: 1 para operaciones internacionales y 1 para operaciones nacionales.



Fuente: LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 5.8 Principales vías de comunicación en el estado de San Luis Potosí

6. INVENTARIO DE EMISIONES

El inventario de emisiones general para el estado de San Luis Potosí integra los resultados de las fuentes fijas, de área, móviles carreteras y no carreteras y naturales (erosivas y biogénicas). Se realizaron tres análisis: por tipo de fuentes, por contaminante y por municipio. Todos los resultados se presentan en megagramos por año (Mg/año) para el 2011.

6.1 INVENTARIO DE EMISIONES POR FUENTE

Para el inventario de emisiones por fuente, se realizó un análisis para las cinco categorías generales utilizadas para realizar la estimación de emisiones. El cuadro y la figura 6.1 muestran los resultados por tipo de fuente y contaminante, además de su porcentaje de contribución a la emisión total.



RESUMEN DE RESULTADOS POR FUENTE DE EMISIÓN
<p>Fuentes fijas. Principal fuente emisora de dióxido de azufre (SO₂), contribuye con el 98% de este contaminante. Además de la emisión del 39% de las PM2.5.</p>
<p>Fuentes de área. Participa con el 23% de la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), 57% de las partículas menores a 10 micras (PM10), 20% de la generación de partículas menores a 2.5 micras (PM2.5), y el 97% de la emisión de amoníaco (NH₃).</p>
<p>Fuentes móviles carreteras. Es la principal fuente generadora de monóxido de carbono (CO) con el 65% de la emisión total de este contaminante, además de contribuir con el 28% de la emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x).</p>
<p>Fuentes naturales. Principal fuente emisora de compuestos orgánicos volátiles (COV) 74%; y, óxidos de nitrógeno (NO_x), 42%, ambos contaminantes provenientes de emisiones biogénicas. Además; contribuye con el 65% de la emisión de partículas PM10 como parte de las emisiones erosivas.</p>

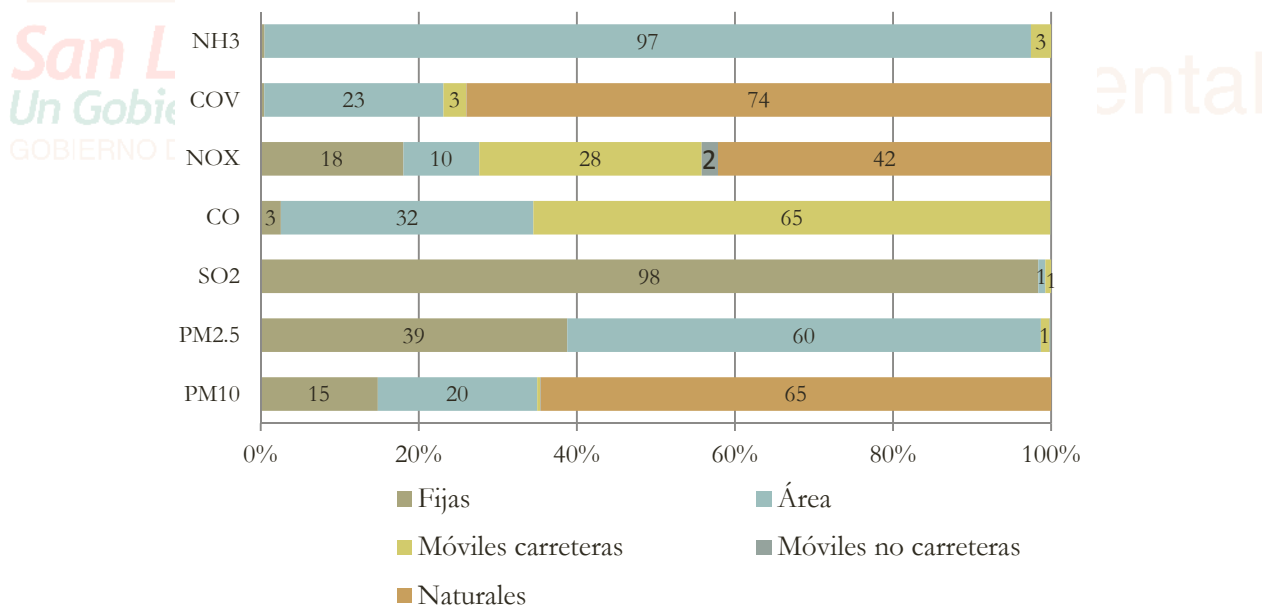
Cuadro 6.1 Emisión de contaminantes por fuente en San Luis Potosí

Fuente de emisión	Toneladas/año						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fijas	15,330.43	10,563.22	125,551.04	9,870.67	23,023.37	2,233.96	157.29
Área	20,864.75	16,316.87	1,101.87	123,139.05	12,232.93	106,657.42	31,146.72
Móviles carreteras	376.58	298.10	935.71	252,058.58	35,890.71	13,489.94	818.74
Móviles no carreteras	65.10	58.51	26.02	327.55	2,629.14	105.80	NE
Naturales	66,795.40	NE	NA	NA	53,758.00	348,179.00	NA
Total	103,432.25	27,236.70	127,614.65	385,395.86	127,534.15	470,666.13	32,122.75
Fuente de emisión	Porcentaje de contribución						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fijas	14.82	38.78	98.38	2.56	18.05	0.47	0.49
Área	20.17	59.91	0.86	31.95	9.59	22.66	96.96
Móviles carreteras	0.36	1.09	0.73	65.40	28.14	2.87	2.55
Móviles no carreteras	0.06	0.21	0.02	0.08	2.06	0.02	NE
Naturales	64.58	NE	NA	NA	42.15	73.98	NA
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NA = No aplica; NE = No estimado; NS = No significativo.

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting con información para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Emisión de contaminantes por tipo de fuente



Fuente: Elaborado por LT Consulting para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 6.1 Porcentaje de emisión de contaminantes por tipo de fuente en San Luis Potosí

6.2 INVENTARIO DE EMISIONES POR CONTAMINANTE

Uno de los objetivos de este estudio es conocer cuáles son las principales fuente de emisión de contaminantes al aire en el estado de San Luis Potosí (fijas, de área, móviles -móviles carreteras y móviles no carreteras- y naturales). Es así, que en esta sección se presenta el análisis de emisiones por contaminante y fuente de emisión. Para cada contaminante se colocan únicamente las principales categorías emisoras, es decir, aquellas categorías que aportan más del 50% del total de cada contaminantes, el resto de la emisión se agregó en una categoría llamada “otro”. Sin embargo, la contribución de todas las categorías se puede observar en los cuadros 6.2 y 6.3.

RESUMEN DE RESULTADOS POR CONTAMINANTE

COV (compuestos orgánicos volátiles). Emitidos principalmente por la actividad biogénica (74%), la combustión comercial de leña (14%) y el uso comercial y doméstico de solventes (3%).

CO (monóxido de carbono). La principal categoría de emisión de este contaminante son los vehículos tipo pick up (20%), la combustión doméstica de leña (19%), los automotores de uso particular (15%) y los tractocamiones (14%).

NOx (óxidos de nitrógeno). La actividad natural, específicamente las emisiones biogénicas, contribuyen con el 74% de este contaminante, seguido por la generación de energía eléctrica (13%) y los tractocamiones (10%).

SO₂ (dióxido de azufre). Contaminante emitido principalmente por la generación de energía eléctrica (89%) y la industria del cemento y cal (4%).

NH₃ (amoniaco). El amoniaco lo generan, principalmente, las categorías de emisiones ganaderas (69%) la aplicación de fertilizantes (16%) y las emisiones domésticas de amoniaco (10%).

PM₁₀ (partículas menores a 10 micras). Las emisiones erosivas se constituyen como la principal emisora de PM₁₀ (64%), seguida por la combustión doméstica de leña (9%) y la industria alimenticia (7%).

PM_{2.5} (partículas menores a 2.5 micras). La combustión doméstica de leña es la principal fuente emisora con el 35% del total, le sigue la generación de energía eléctrica (16%) y la industria alimenticia (15%).

La figura 6.2 muestra, gráficamente, la contribución de cada categoría a la emisión por contaminante. Además, los cuadros 6.2 y 6.3 muestran, respectivamente, la emisión y su porcentaje de contribución, para todas las categorías y fuentes de emisión estudiadas.

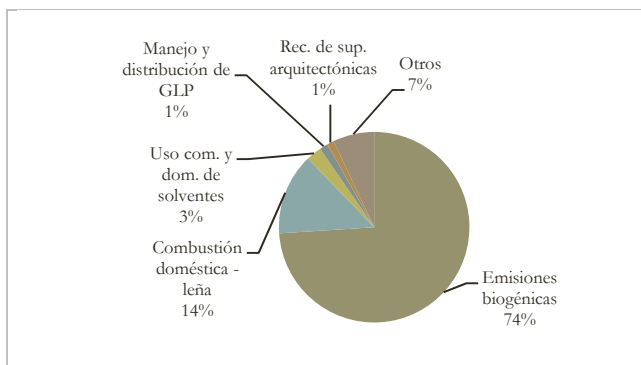


Figura 6.2a Emisión de COV

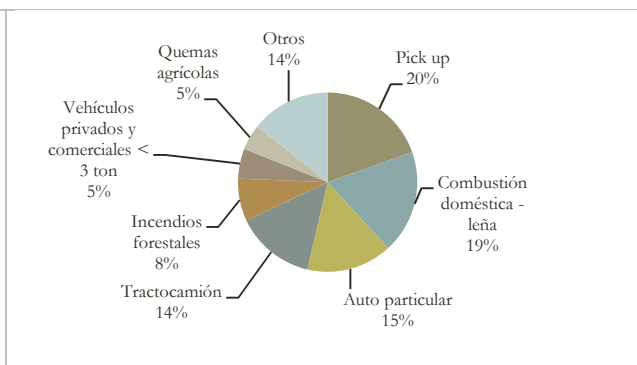


Figura 6.2b Emisión de CO

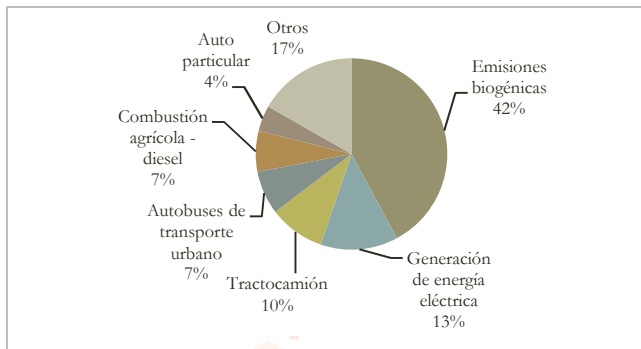


Figura 6.2c Emisión de NOx

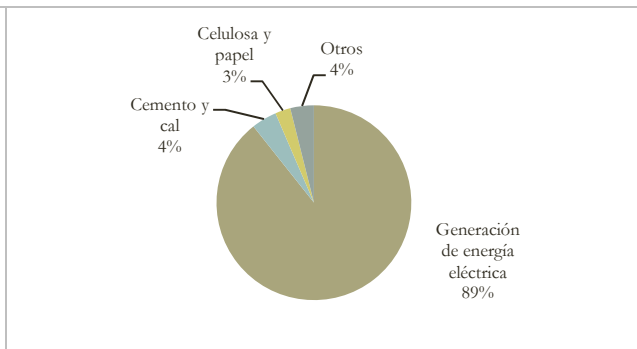


Figura 6.2d Emisión de SO2

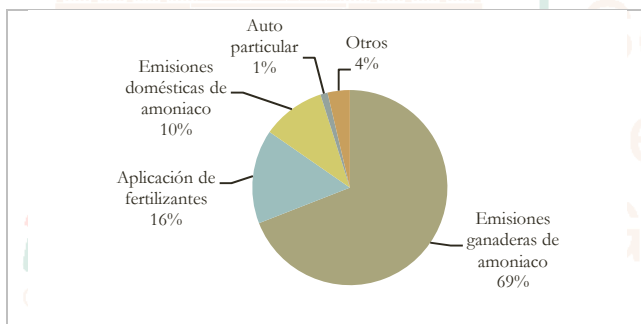


Figura 6.2e Emisión de NH3

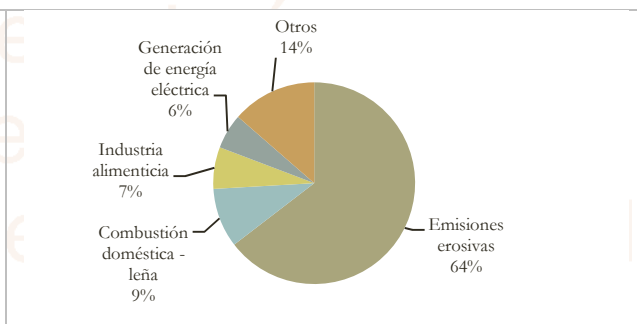


Figura 6.2f Emisión de PM10

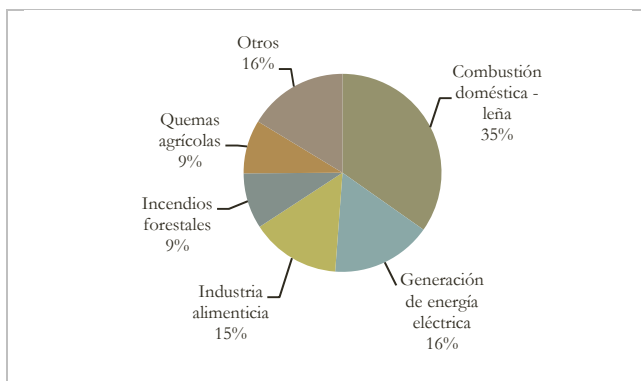


Figura 6.2g Emisión de PM2.5

Fuente: Elaborado por LT Consulting para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 6.2 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por categoría en San Luis Potosí

Cuadro 6.2 Emisión de contaminantes por categoría en San Luis Potosí

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES FIJAS	15,330.43	10,563.22	125,551.04	9,870.67	23,023.37	2,233.96	157.29
Automotriz	117.13	90.76	706.84	47.60	130.38	603.05	2.36
Celulosa y papel	206.40	157.58	3,254.85	223.96	1,130.97	25.46	3.61
Cemento y Cal	1,405.62	1,110.75	5,380.17	5,154.18	2,805.63	13.57	0.55
Elaboración de concreto premezclado	6.61	4.05	NS	NS	0.01	NS	NS
Extracción y/o beneficio de minerales no metálicos	0.46	0.08	NS	NS	NS	NS	NS
Fabricación de artículos y productos de cerámica, arcilla o similares	NS	NS	NS	0.05	0.06	NS	NS
Fabricación de artículos y productos de papel y/o cartón	1.68	1.23	89.16	5.11	13.41	1,100.52	0.29
Fabricación de artículos y productos metálicos	3.06	0.73	2.45	8.18	37.28	1.13	NS
Fabricación de productos y artículos de plástico	35.87	25.44	NS	0.19	0.20	34.34	0.01
Generación de energía eléctrica	5,815.76	4,479.05	113,983.50	2,738.25	16,650.94	192.55	135.89
Hospitales	0.01	NS	0.08	0.07	0.30	NS	0.01
Hoteles	0.02	0.02	NS	0.24	0.42	NS	NS
Industria alimenticia	6,921.72	3,982.15	1,330.27	1,379.84	945.96	25.37	2.29
Industria textil	7.77	5.00	170.51	10.74	32.91	1.07	0.34
Maquila de acabado y pintado de piezas metálicas y de otros materiales	0.27	0.20	NS	0.46	0.27	1.05	0.02
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	502.01	418.84	276.66	117.95	139.92	15.71	4.73
Petróleo y petroquímica	0.04	NS	0.03	0.11	0.51	47.20	NS
Producción de aparatos, equipos y/o accesorios eléctricos y/o electrónicos	4.80	2.55	2.41	27.83	70.92	37.42	0.69
Producción de asfalto y sus mezclas para pavimentación	1.66	0.95	1.55	1.37	5.47	0.05	0.22
Química	32.74	21.56	351.52	9.97	41.16	125.59	0.75
Servicios	0.06	0.06	NS	NS	NS	0.41	NS
Vidrio	266.72	262.19	1.03	144.57	1,016.65	9.47	5.53

NA = No aplica; NE = No estimado; NS = No significativo

Continuación del cuadro 6.2 . . .

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES DE ÁREA	20,864.75	16,316.87	1,101.87	123,139.05	12,232.93	106,657.42	31,146.72
Actividades de construcción	724.40	150.57	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	32.08	NA
Almacenamiento de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	2,034.85	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,001.04
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	1,956.81	NA
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	1,224.39	NA
Asado al carbón	211.52	168.82	NE	421.09	7.76	27.17	NE
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	893.02	NA
Combustión agrícola_Diesel	616.96	616.96	576.31	1,887.16	8,768.03	2.90	NE
Combustión agrícola_GLP	0.69	0.69	NS	3.86	22.76	0.39	NE
Combustión agrícola_Queroseno	0.11	0.11	0.10	0.34	1.57	NS	NE
Combustión comercial_GLP	2.40	2.40	NS	13.44	79.23	1.36	NE
Combustión comercial_GN	0.20	0.20	0.02	2.18	2.60	0.14	0.01
Combustión doméstica_GLP	18.95	18.95	0.01	106.11	625.32	10.74	NE
Combustión doméstica_GN	0.82	0.82	0.06	9.01	10.72	0.59	0.05
Combustión doméstica_Leña	9,831.88	9,465.15	113.66	71,778.42	738.81	65,072.28	NE
Combustión doméstica_Queroseno	0.02	0.02	0.50	0.51	1.82	0.07	0.06
Combustión industrial_Diesel	12.94	3.23	0.70	64.68	258.72	2.59	10.35
Combustión industrial_GLP	1.52	1.52	NS	8.50	50.11	0.86	NE
Combustión industrial_GN	NS	NS	NS	0.03	0.03	NS	NE
Corrales de engorda	106.79	12.20	NA	NA	NA	NA	NA
Emissiones domésticas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3,364.75
Emissiones ganaderas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	22,192.55
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	2.86	NA
Incendios en construcciones	11.07	10.34	NA	175.83	4.19	10.91	NE
Incendios forestales	2,929.45	2,481.39	253.90	29,377.61	830.76	2,052.79	294.85
Labranza agrícola	3,713.10	823.19	NA	NA	NA	NA	NA
Ladrilleras	181.81	173.44	59.69	1,318.17	20.19	1,192.27	NE
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	291.25	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	4,492.50	NA
Manejo y distribución de GLP	NA	NA	NA	NA	NA	6,793.79	NA
Panificación tradicional	NA	NA	NA	NA	NA	117.00	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	490.08	NA
Pintura para señalización	NA	NA	NA	NA	NA	138.22	NA
Quemas agrícolas	2,499.48	2,386.30	95.89	17,912.96	705.83	1,686.76	283.02
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	5,499.46	NA
Recubrimiento de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	515.35	NA
Terminales de autobuses	0.64	0.58	1.01	59.14	104.47	5.28	0.04
Uso comercial y doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	12,108.68	NA

Continuación del cuadro 6.2 . . .

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS	65.10	58.51	26.02	327.55	2,629.14	105.80	NE
Aviación	0.10	0.10	3.03	42.85	14.88	4.04	NE
Equipos auxiliares en el aeropuerto	0.07	0.07	0.07	25.93	2.43	0.84	NE
Locomotoras	64.93	58.34	22.93	258.77	2,611.83	100.92	NE
FUENTES MÓVILES	376.58	298.10	935.71	252,058.58	35,890.71	13,489.94	818.74
Autobuses de transporte urbano	83.96	76.26	93.87	9,567.83	9,403.62	973.81	4.23
Auto particular	33.47	19.30	254.51	59,498.94	5,517.28	2,330.86	381.68
Camionetas de transporte público de pasajeros	1.67	1.13	5.00	2,827.84	186.23	114.71	2.07
Motocicletas	16.96	9.57	25.20	13,349.16	421.14	1,573.26	12.68
Pick up	42.79	27.21	268.31	75,439.51	5,473.99	3,523.88	308.29
Taxis	1.95	1.12	16.21	1,677.59	175.37	73.75	24.37
Tractocamiones	163.67	139.72	155.03	55,228.33	12,013.98	3,402.35	17.64
Vehículos privados y comerciales < 3 ton	17.11	13.35	75.64	20,909.82	1,467.57	1,055.31	58.95
Vehículos privados y comerciales > 3 ton	15.00	10.44	41.93	13,559.55	1,231.54	442.01	8.83
FUENTES NATURALES	66,795.40	NA	NA	NA	53,758.00	348,179.00	NA
Emisiones biogénicas	NA	NA	NA	NA	53,758.00	348,179.00	NA
Emisiones erosivas	66,795.40	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA = No aplica; NE = No estimado; NS = No significativo

Fuente: Elaborado por LT Consulting para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

GOBIERNO DEL ESTADO 2009 - 2015

Cuadro 6.3 Porcentaje de contribución a la emisión de contaminantes por categoría en San Luis Potosí

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES FIJAS	14.82	38.78	98.38	2.56	18.05	0.47	0.49
Automotriz	0.11	0.33	0.55	0.01	0.10	0.13	0.01
Celulosa y papel	0.20	0.58	2.55	0.06	0.89	0.01	0.01
Cemento y Cal	1.36	4.08	4.22	1.34	2.20	NS	NS
Elaboración de concreto premezclado	0.01	0.01	NS	NS	NS	NS	NS
Extracción y/o beneficio de minerales no metálicos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fabricación de artículos y productos de cerámica, arcilla o similares	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fabricación de artículos y productos de papel y/o cartón	NS	NS	0.07	NS	0.01	0.23	NS
Fabricación de artículos y productos metálicos	NS	NS	NS	NS	0.03	NS	NS
Fabricación de productos y artículos de plástico	0.03	0.09	NS	NS	NS	0.01	NS
Generación de energía eléctrica	5.62	16.44	89.32	0.71	13.06	0.04	0.42
Hospitales	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Hoteles	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Industria alimenticia	6.69	14.62	1.04	0.36	0.74	0.01	0.01
Industria textil	0.01	0.02	0.13	NS	0.03	NS	NS
Maquila de acabado y pintado de piezas metálicas y de otros materiales	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	0.49	1.54	0.22	0.03	0.11	NS	0.01
Petróleo y petroquímica	NS	NS	NS	NS	NS	0.01	NS
Producción de aparatos, equipos y/o accesorios eléctricos y/o electrónicos	NS	0.01	NS	0.01	0.06	0.01	NS
Producción de asfalto y sus mezclas para pavimentación	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Química	0.03	0.08	0.28	NS	0.03	0.03	NS
Servicios	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Vidrio	0.26	0.96	NS	0.04	0.80	NS	0.02

NA = No aplica; NE = No estimado; NS = No significativo

Continuación del cuadro 6.3 . . .

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES DE ÁREA	20.17	59.91	0.86	31.95	9.59	22.66	96.96
Actividades de construcción	0.70	0.55	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	NA
Almacenamiento de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	0.43	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15.57
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	0.42	NA
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	0.26	NA
Asado al carbón	0.20	0.62	NA	0.11	0.01	0.01	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	0.19	NA
Combustión agrícola_Diesel	0.60	2.27	0.45	0.49	6.88	NS	NE
Combustión agrícola_GLP	NS	NS	NS	NS	0.02	NS	NE
Combustión agrícola_Queroseno	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NE
Combustión comercial_GLP	NS	NS	NS	NS	0.06	NS	NE
Combustión comercial_GN	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NE
Combustión doméstica_GLP	0.02	0.07	0.00	0.03	0.49	NS	NE
Combustión doméstica_GN	NS	NS	NS	NS	0.01	NS	NE
Combustión doméstica_Leña	9.51	34.75	0.09	18.62	0.58	13.83	NE
Combustión doméstica_Queroseno	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NE
Combustión industrial_Diesel	0.01	0.01	NS	0.02	0.20	NS	0.03
Combustión industrial_GLP	NS	0.01	NS	NS	0.04	NS	NE
Combustión industrial_GN	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NE
Corrales de engorda	0.10	0.04	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10.47
Emisiones ganaderas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	69.09
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	NS	NA
Incendios en construcciones	0.01	0.04	NA	0.05	NS	NS	NA
Incendios forestales	2.83	9.11	0.20	7.62	0.65	0.44	0.92
Labranza agrícola	3.59	3.02	NA	NA	NA	NA	NA
Ladrilleras	0.18	0.64	0.05	0.34	0.02	0.25	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	0.06	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	0.95	NA
Manejo y distribución de GLP	NA	NA	NA	NA	NA	1.44	NA
Panificación tradicional	NA	NA	NA	NA	NA	0.02	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	0.10	NA
Pintura para señalización	NA	NA	NA	NA	NA	0.03	NA
Quemas agrícolas	2.42	8.76	0.08	4.65	0.55	0.36	0.88
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	1.17	NA
Recubrimiento de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	0.11	NA
Terminales de autobuses	NS	NS	NS	0.02	0.08	NS	NE
Uso comercial y doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	2.57	NA

Continuación del cuadro 6.3 . . .

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS	0.06	0.21	0.02	0.08	2.06	0.02	NE
Aviación	NS	NS	NS	0.01	0.01	NS	NE
Equipos auxiliares en el aeropuerto	NS	NS	NS	0.01	NS	NS	NE
Locomotoras	0.06	0.21	0.02	0.07	2.05	0.02	NE
FUENTES MÓVILES	0.36	1.09	0.73	65.40	28.14	2.87	2.55
Autobuses de transporte urbano	0.08	0.28	0.07	2.48	7.37	0.21	0.01
Auto particular	0.03	0.07	0.20	15.44	4.33	0.50	1.19
Camionetas de transporte público de pasajeros	NS	NS	NS	0.73	0.15	0.02	0.01
Motocicletas	0.02	0.04	0.02	3.46	0.33	0.33	0.04
Pick up	0.04	0.10	0.21	19.57	4.29	0.75	0.96
Taxis	NS	NS	0.01	0.44	0.14	0.02	0.08
Tractocamiones	0.16	0.51	0.12	14.33	9.42	0.72	0.05
Vehículos privados y comerciales < 3 ton	0.02	0.05	0.06	5.43	1.15	0.22	0.18
Vehículos privados y comerciales > 3 ton	0.01	0.04	0.03	3.52	0.97	0.09	0.03
FUENTES NATURALES	64.58	NA	NA	NA	42.15	73.98	NA
Emisiones biogénicas	NA	NA	NA	NA	42.15	73.98	NA
Emisiones erosivas	64.58	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA = No aplica; NE = No estimado; NS = No significativo

Fuente: Elaborado por LT Consulting para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

San Luis Potosí
Un Gobierno para Todos
 GOBIERNO DEL ESTADO 2009 - 2015

de Ecología y
 Gestión Ambiental

6.3 INVENTARIO DE EMISIONES POR MUNICIPIO

En esta sección se realiza un análisis por municipio de los resultados del inventario de emisiones. Este análisis puede resultar de gran ayuda con fines regulatorios, ya que permite identificar las principales fuentes de emisión y conocer su localización. La figura 6.3 y los cuadros 6.4 y 6.5 muestran el aporte de emisiones en porcentaje por tipo de fuente y municipio en el que se localizan.

RESUMEN POR FUENTE DE EMISIÓN Y MUNICIPIO

COV (compuestos orgánicos volátiles). Ciudad del Maíz (9%), Tamasopo (7%) y Rioverde, Ciudad Valles y San Luis Potosí con el 6% cada uno. La emisión de este contaminante, en los tres primeros municipios, se atribuye, principalmente, a las emisiones biogénicas; mientras que en Ciudad Valles y San Luis Potosí, también son importantes las emisiones evaporativas de COV, provenientes del almacenamiento, manejo y uso de combustibles fósiles como las gasolinas, diésel, gas LP y gas natural.

CO (monóxido de carbono). La emisión de monóxido de carbono se debe a los procesos de combustión que se llevan a cabo en la actividad industrial, comercial, habitacional y del uso del automóvil. Los resultados de este inventario de emisiones muestran que en el municipio de San Luis Potosí se emite el 29% de este contaminante y en Ciudad Valles el 8%.

NOx (óxidos de nitrógeno). El municipio de San Luis Potosí tiene la mayor emisión de los óxidos de nitrógeno (18%), debido a que este contaminante es emitido, principalmente, por la actividad de los vehículos automotores y la actividad industrial, es decir, por la combustión de combustibles fósiles. Este contaminante también es emitido por las fuentes biogénicas, es decir, en lugares que cuentan con grandes zonas arboladas.

SO₂ (dióxido de azufre). Contaminante emitido principalmente por la generación de energía eléctrica, la refinación del petróleo y en general la actividad industrial. Debido a lo anterior, el municipio de Villa de Reyes contribuye con la emisión del 48% de este contaminante, seguido el municipio de Tamuín (45%) y San Luis Potosí (2%).

NH₃ (amoniaco). El amoniaco lo generan, principalmente, las categorías de emisiones ganaderas y la aplicación de fertilizantes. Los municipios con mayor contribución a la emisión de este contaminante son: Tamuín (7%), San Luis Potosí (6%), Ciudad Valles (6%) y Soledad de Graciano Sánchez (5%).

PM₁₀ (partículas menores a 10 micras). Las emisiones erosivas se constituyen como la principal emisora de PM₁₀ y a nivel municipal Guadalcázar contribuye con el 18%, seguido por Villa Juárez, Cerritos y Tamasopo con 7% cada uno.

PM_{2.5} (partículas menores a 2.5 micras). Las industrias de generación de energía eléctrica y alimenticia, así como el consumo doméstico de leña son las principales fuentes de emisión de partículas PM_{2.5} y por municipio se emite principalmente en Ciudad Valles (15%), El Naranjo (10%), Villa de Reyes (9%), Tamazunchale (9%) y San Luis Potosí (8%).

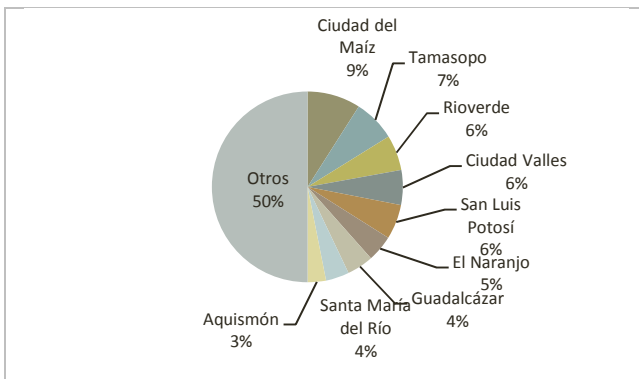


Figura 6.2a Emisión de COV

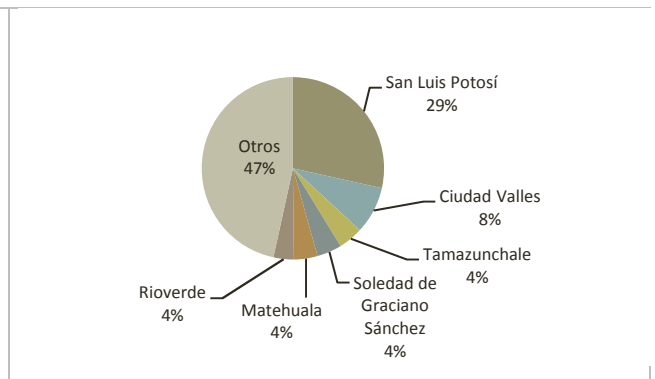


Figura 6.2b Emisión de CO

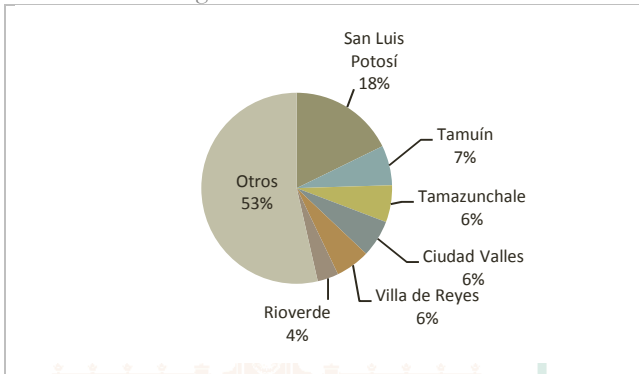


Figura 6.2c Emisión de NOx

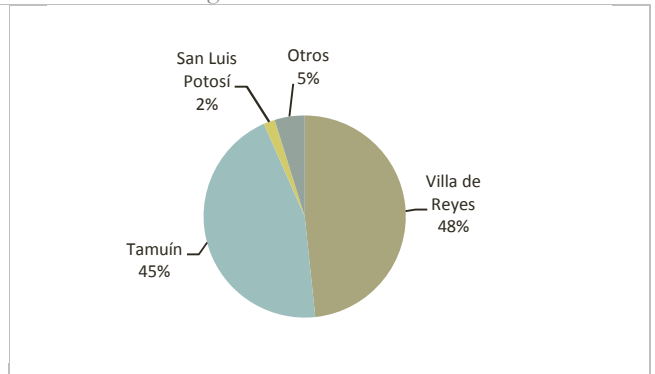


Figura 6.2d Emisión de SO₂

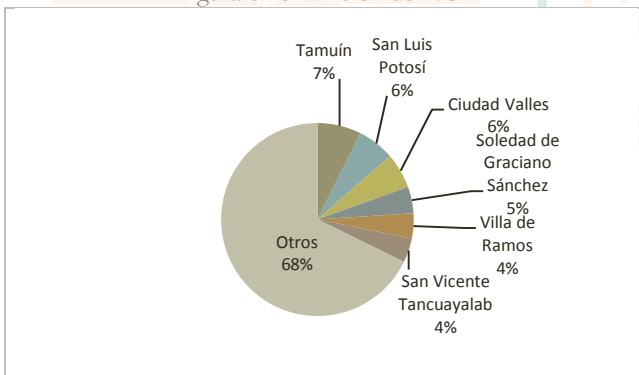


Figura 6.2e Emisión de NH₃

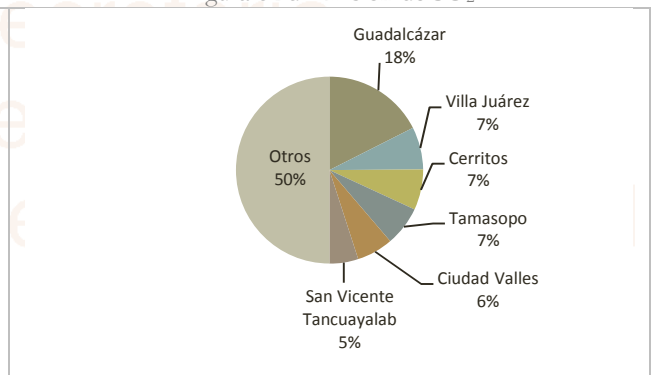


Figura 6.2f Emisión de PM10

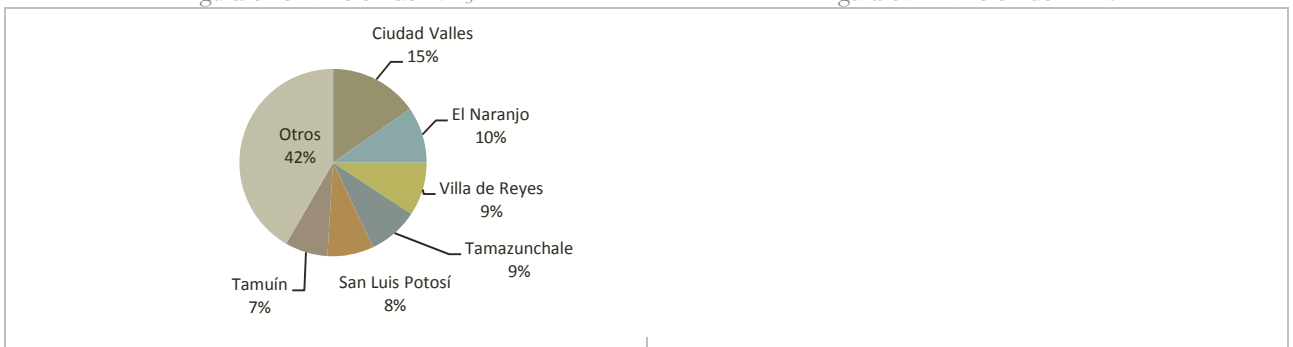


Figura 6.2g Emisión de PM2.5

Fuente: Elaborado por LT Consulting para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Figura 6.3 Contribución a la emisión de contaminantes por municipio

Cuadro 6.4 Emisión por contaminante y municipio en San Luis Potosí

No.	Municipio	Emisión (Mg/año)						
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
001	Ahualulco	146.98	104.82	19.03	2,621.37	954.85	3,930.24	297.80
002	Alaquines	282.71	204.48	22.14	2,649.37	743.13	9,864.69	215.63
003	Aquismón	923.67	837.24	19.03	7,027.73	725.50	14,746.79	336.12
004	Armadillo de los Infante	67.00	41.50	4.03	554.73	376.59	9,758.18	263.72
005	Cárdenas	2,309.91	40.27	12.94	2,212.68	918.65	3,050.43	212.13
006	Catorce	172.62	67.96	9.77	1,093.02	1,460.16	3,658.74	378.31
007	Cedral	101.45	71.10	21.38	2,633.58	1,787.18	1,585.81	267.11
008	Cerritos	7,235.14	178.33	1,830.86	5,734.46	3,154.22	5,658.70	374.69
009	Cerro de San Pedro	40.69	32.57	4.57	553.76	143.76	390.26	105.31
010	Ciudad del Maíz	533.86	243.85	31.64	4,343.29	3,143.81	42,589.09	794.51
011	Ciudad Fernández	305.04	172.09	48.85	5,327.80	1,386.30	4,149.90	602.53
012	Tancanhuitz	365.82	327.47	10.14	3,352.23	425.45	2,941.37	159.79
013	Ciudad Valles	6,521.13	4,173.04	1,430.98	32,198.02	7,933.21	27,708.71	1,898.18
014	Coxcatlán	316.84	291.23	5.43	2,617.29	280.06	2,462.86	95.67
015	Charcas	130.54	105.31	15.73	2,826.69	1,921.85	3,634.98	646.86
016	Ébano	1,197.96	329.03	29.54	5,239.67	1,974.92	2,689.38	1,231.80
017	Guadalcázar	18,098.47	414.54	49.38	5,324.81	3,913.68	21,115.85	674.94
018	Huehuetlán	702.18	241.68	697.62	2,181.63	305.18	2,014.28	182.62
019	Lagunillas	3,786.64	51.31	5.09	904.98	629.76	9,062.88	234.15
020	Matchuala	843.53	487.48	93.25	16,277.97	3,042.13	4,187.40	601.97
021	Mexquitic de Carmona	413.33	286.09	46.90	6,649.47	1,661.77	5,762.61	595.62
022	Moctezuma	271.59	88.32	20.82	2,341.55	1,474.83	2,468.65	661.55
023	Rayón	4,344.65	132.55	16.61	2,732.50	1,269.20	11,517.58	911.65
024	Rioverde	803.98	432.66	85.47	13,961.46	4,572.97	28,142.05	1,053.40
025	Salinas	302.71	85.82	96.17	5,016.65	2,361.14	2,446.09	571.54
026	San Antonio	206.47	179.18	3.52	1,464.96	223.56	1,653.80	160.40
027	San Ciró de Acosta	154.27	52.22	10.67	1,854.50	848.34	12,871.15	260.23
028	San Luis Potosí	3,025.58	2,168.32	2,313.71	109,881.49	22,614.56	27,656.07	1,996.68
029	San Martín Chalchicautla	3,742.95	332.27	8.67	3,029.27	703.93	4,508.54	147.90
030	San Nicolás Tolentino	63.12	37.14	4.76	731.05	390.75	8,459.69	179.32
031	Santa Catarina	307.44	221.95	13.14	2,401.98	584.07	12,738.00	188.39
032	Santa María del Río	235.99	185.89	18.78	5,021.30	1,080.26	18,484.01	345.48
033	Santo Domingo	151.84	73.53	27.63	1,241.34	3,468.09	4,746.38	856.51
034	San Vicente Tancuayalab	5,166.55	273.48	13.17	3,429.59	853.83	2,478.75	1,301.48
035	Soledad de Graciano Sánchez	303.65	134.32	365.73	16,751.95	2,885.89	4,427.90	1,433.05

Continuación del cuadro 6.4 . . .

No.	Municipio	Emisión (Mg/año)						
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
036	Tamasopo	7,077.25	1,163.88	113.20	12,331.66	1,766.42	33,565.79	682.20
037	Tamazunchale	2,472.60	2,383.19	49.50	16,895.18	7,978.26	12,891.46	227.33
038	Tampacán	2,551.16	235.90	7.50	2,152.71	490.73	2,869.12	135.70
039	Tampamolón Corona	2,633.38	233.21	5.02	2,092.70	465.29	2,739.55	187.53
040	Tamuín	3,130.45	2,016.84	57,514.06	9,059.98	8,656.88	6,226.11	2,376.97
041	Tanlajás	528.59	425.22	12.44	3,429.97	880.94	3,553.85	189.76
042	Tanquián de Escobedo	167.86	124.76	7.11	1,899.91	453.87	1,220.74	148.57
043	Tierra Nueva	46.87	36.51	3.22	1,057.97	280.18	2,968.04	245.30
044	Vanegas	218.44	113.11	14.63	1,353.83	1,913.86	3,768.45	379.44
045	Venado	289.32	121.58	21.76	2,609.13	1,496.22	3,179.20	483.55
046	Villa de Arriaga	407.74	121.89	24.95	4,433.32	1,659.31	3,396.97	826.20
047	Villa de Guadalupe	133.95	101.30	15.53	1,566.57	1,522.05	2,821.41	531.18
048	Villa de la Paz	53.27	36.13	2.78	657.14	165.70	991.96	51.67
049	Villa de Ramos	852.69	226.84	63.32	3,813.16	4,041.31	3,054.53	1,349.39
050	Villa de Reyes	3,421.80	2,502.79	61,673.73	7,827.48	7,469.02	8,445.23	1,185.23
051	Villa Hidalgo	195.63	90.53	23.09	1,891.78	1,608.96	4,008.35	570.82
052	Villa Juárez	7,657.67	79.33	14.59	1,507.89	1,332.08	1,313.34	378.28
053	Axtla de Terrazas	538.06	481.27	10.47	5,039.64	702.94	4,166.38	228.28
054	Xilitla	2,041.27	663.80	15.25	7,278.49	685.47	12,926.36	164.03
055	Zaragoza	165.81	146.59	522.08	2,272.26	762.93	8,761.52	238.43
056	Villa de Arista	100.51	77.64	14.59	2,247.13	832.36	1,217.40	261.53
057	Matlapa	905.95	108.22	3.97	1,577.21	356.67	1,717.54	177.74
058	El Naranjo	4,265.69	2,647.11	74.69	10,216.62	1,797.13	21,300.00	866.57
	Total	103,432.25	27,236.70	127,614.65	385,395.86	127,532.15	470,665.13	32,122.75

Fuente: Elaborado por LT Consulting para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

Cuadro 6.5 Porcentaje de contribución por contaminante y municipio en San Luis Potosí

No.	Municipio	Emisión (Mg/año)						
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
001	Ahualulco	0.14	0.38	0.01	0.68	0.75	0.84	0.93
002	Alaquines	0.27	0.75	0.02	0.69	0.58	2.10	0.67
003	Aquismón	0.89	3.07	0.01	1.82	0.57	3.13	1.05
004	Armadillo de los Infante	0.06	0.15	0.00	0.14	0.30	2.07	0.82
005	Cárdenas	2.23	0.15	0.01	0.57	0.72	0.65	0.66
006	Catorce	0.17	0.25	0.01	0.28	1.14	0.78	1.18
007	Cedral	0.10	0.26	0.02	0.68	1.40	0.34	0.83
008	Cerritos	7.00	0.65	1.43	1.49	2.47	1.20	1.17
009	Cerro de San Pedro	0.04	0.12	0.00	0.14	0.11	0.08	0.33
010	Ciudad del Maíz	0.52	0.90	0.02	1.13	2.47	9.05	2.47
011	Ciudad Fernández	0.29	0.63	0.04	1.38	1.09	0.88	1.88
012	Tancanhuitz	0.35	1.20	0.01	0.87	0.33	0.62	0.50
013	Ciudad Valles	6.30	15.32	1.12	8.35	6.22	5.89	5.91
014	Coxcatlán	0.31	1.07	0.00	0.68	0.22	0.52	0.30
015	Charcas	0.13	0.39	0.01	0.73	1.51	0.77	2.01
016	Ébano	1.16	1.21	0.02	1.36	1.55	0.57	3.83
017	Guadalcázar	17.50	1.52	0.04	1.38	3.07	4.49	2.10
018	Huehuetlán	0.68	0.89	0.55	0.57	0.24	0.43	0.57
019	Lagunillas	3.66	0.19	0.00	0.23	0.49	1.93	0.73
020	Mathuala	0.82	1.79	0.07	4.22	2.39	0.89	1.87
021	Mexquitic de Carmona	0.40	1.05	0.04	1.73	1.30	1.22	1.85
022	Moctezuma	0.26	0.32	0.02	0.61	1.16	0.52	2.06
023	Rayón	4.20	0.49	0.01	0.71	1.00	2.45	2.84
024	Rioverde	0.78	1.59	0.07	3.62	3.59	5.98	3.28
025	Salinas	0.29	0.32	0.08	1.30	1.85	0.52	1.78
026	San Antonio	0.20	0.66	0.00	0.38	0.18	0.35	0.50
027	San Ciro de Acosta	0.15	0.19	0.01	0.48	0.67	2.73	0.81
028	San Luis Potosí	2.93	7.96	1.81	28.51	17.73	5.88	6.22
029	San Martín Chalchicuautla	3.62	1.22	0.01	0.79	0.55	0.96	0.46
030	San Nicolás Tolentino	0.06	0.14	0.00	0.19	0.31	1.80	0.56
031	Santa Catarina	0.30	0.81	0.01	0.62	0.46	2.71	0.59
032	Santa María del Río	0.23	0.68	0.01	1.30	0.85	3.93	1.08
033	Santo Domingo	0.15	0.27	0.02	0.32	2.72	1.01	2.67
034	San Vicente Tancuayalab	5.00	1.00	0.01	0.89	0.67	0.53	4.05
035	Soledad de Graciano Sánchez	0.29	0.49	0.29	4.35	2.26	0.94	4.46

Continuación del cuadro 6.5 . . .

No.	Municipio	Emisión (Mg/año)						
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
036	Tamasopo	6.84	4.27	0.09	3.20	1.39	7.13	2.12
037	Tamazunchale	2.39	8.75	0.04	4.38	6.26	2.74	0.71
038	Tampacán	2.47	0.87	0.01	0.56	0.38	0.61	0.42
039	Tampamolón Corona	2.55	0.86	0.00	0.54	0.36	0.58	0.58
040	Tamuín	3.03	7.40	45.07	2.35	6.79	1.32	7.40
041	Tanlajás	0.51	1.56	0.01	0.89	0.69	0.76	0.59
042	Tanquián de Escobedo	0.16	0.46	0.01	0.49	0.36	0.26	0.46
043	Tierra Nueva	0.05	0.13	0.00	0.27	0.22	0.63	0.76
044	Vanegas	0.21	0.42	0.01	0.35	1.50	0.80	1.18
045	Venado	0.28	0.45	0.02	0.68	1.17	0.68	1.51
046	Villa de Arriaga	0.39	0.45	0.02	1.15	1.30	0.72	2.57
047	Villa de Guadalupe	0.13	0.37	0.01	0.41	1.19	0.60	1.65
048	Villa de la Paz	0.05	0.13	0.00	0.17	0.13	0.21	0.16
049	Villa de Ramos	0.82	0.83	0.05	0.99	3.17	0.65	4.20
050	Villa de Reyes	3.31	9.19	48.33	2.03	5.86	1.79	3.69
051	Villa Hidalgo	0.19	0.33	0.02	0.49	1.26	0.85	1.78
052	Villa Juárez	7.40	0.29	0.01	0.39	1.04	0.28	1.18
053	Axtla de Terrazas	0.52	1.77	0.01	1.31	0.55	0.89	0.71
054	Xilitla	1.97	2.44	0.01	1.89	0.54	2.75	0.51
055	Zaragoza	0.16	0.54	0.41	0.59	0.60	1.86	0.74
056	Villa de Arista	0.10	0.29	0.01	0.58	0.65	0.26	0.81
057	Matlapa	0.88	0.40	0.00	0.41	0.28	0.36	0.55
058	El Naranjo	4.12	9.72	0.06	2.65	1.41	4.53	2.70
	Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaborado por LT Consulting para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, 2011.

7. CONSIDERACIONES POR FUENTE DE EMISIÓN

En esta sección del reporte del inventario de emisiones al aire para el estado de San Luis Potosí, se comenta el procedimiento general que se siguió para la estimación de emisiones de cada una de las fuentes. Se hace referencia, en forma general, a la recopilación de la información utilizada y su fuente, el procesamiento realizado, así como las dificultades encontradas y las áreas de oportunidad para mejorar la certidumbre de inventarios de emisiones futuros. Los detalles de la información y sus fuentes, los contaminantes, las metodologías y los resultados específicos obtenidos para cada fuente de emisión, pueden ser consultados en los anexos de este reporte.

7.1 FUENTES FIJAS

Las fuentes fijas son establecimientos industriales que liberan emisiones en puntos fijos (por ejemplo: chimeneas o escapes). Estas fuentes en México se clasifican en jurisdicción estatal y federal. Para la estimación de emisiones provenientes de fuentes fijas federales. Los contaminantes estimados en este reporte para las fuentes fijas federas y estatales son los siguientes: partículas suspendidas (PM10 y PM2.5), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV). El reporte de resultados considera la estimación de las emisiones provenientes de combustión y procesos.

7.1.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

Las fuentes fijas son fuentes industriales estacionarias que liberan emisiones en puntos fijos (por ejemplo: chimeneas o escapes). Estas fuentes en México se dividen en jurisdicción estatal y federal. Para la estimación de emisiones provenientes de fuentes fijas federales, se realizó la gestión de la información con Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la dependencia que recibe el reporte anual de la operación de las industrias federales en México, informe denominado Cédula de Operación Anual (COA). En el caso de las industrias estatales, se solicitó a la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del estado de San Luis Potosí (SEGAM) la Cédula de Operación Anual Estatal

Los contaminantes estimados en fuentes fijas federas y estatales han sido: partículas suspendidas (PST, PM10 y PM2.5), óxidos de azufre (SOx), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno

(NO_x), compuestos orgánicos totales no metano(COTNM), compuestos orgánicos totales (COT), compuestos orgánicos volátiles (COV), bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), amoníaco (NH₃), plomo (Pb) y carbono negro (BC). La estimación de las emisiones ha sido tanto en proceso como en combustión para ambas jurisdicciones.

En la estimación de emisiones de fuentes fijas tanto federales como estatales se ha basado principalmente en la información de la COA con actividad 2011, para el complemento de información faltante en las cédulas, se ha revisado el historial de éstos informes, así como los padrones industriales de cámaras industriales, autoridades municipales y de la secretaría de energía.

7.1.2 Áreas de oportunidad

Es importante que se de continuidad al trabajo realizado en este inventario, en el cual se actualizó y fortaleció el padrón industrial. Se recomienda fortalecer el cumplimiento de entrega de la Cédula de Operación Anual Estatal, mediante la revisión e implementación de un sistema de gestión que permita realizar la revisión de la COA en diversas etapas, desde la entrega de la misma, en la cual se coteje que no sólo se está llenando la información de la sección de datos generales, sino también las secciones de operación, hasta la revisión minuciosa en cada una de las secciones de la COA. Este sistema permitiría optimizar el tiempo de respuesta por parte de la SEGAM al industrial, para solicitar al mismo, si es necesario, la corrección o complemento de información. También es de importancia el dar continuidad de forma anual a la capacitación del industrial en la COA y la importancia de la misma como instrumento para la evaluación y regulación de emisiones.

7.2 FUENTES DE ÁREA

Las fuentes de área en general representan a todas aquellas fuentes de emisión que son muy pequeñas, numerosas y dispersas, lo cual dificulta que puedan ser incluidas de manera eficiente como fuentes fijas en un inventario de emisiones, debido a que resulta impráctico recopilar la información y estimar las emisiones de cada establecimiento en forma individual; sin embargo, las fuentes de área son emisoras significativas de contaminantes al aire, por lo que es importante que estén incluidas en un inventario de emisiones, lo que garantiza tener un amplio panorama de las principales fuentes de emisión en un área de interés. Los contaminantes que se consideraron para la estimación de emisiones fueron los siguientes: NO_x, SO₂, COV, CO, PM_{2.5}, PM₁₀ y NH₃.

7.2.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

Debido a la gran diversidad y las características diferentes de las fuentes de área, las principales dificultades se encontraron en la recopilación de la información necesaria para estimar sus emisiones.. En este sentido, los trabajos de recopilación de información para las fuentes de área, se enfocaron en las siguientes tareas:

- a) Solicitud de información mediante oficio. Los oficios fueron enviados por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del estado de San Luis Potosí (SEGAM) en coordinación con LT Consulting. Un inconveniente encontrado fue la tardanza en la entrega de la información, por parte de las dependencias a las que se les envió el oficio, además, en algunos casos, con información incompleta a la originalmente solicitada.
- b) Recopilación de información bibliográfica. Para complementar y verificar que se utilizara la mejor información existente para la estimación de emisiones, personal de LT Consulting realizó una búsqueda bibliográfica de información.

7.2.2 Áreas de oportunidad

Es recomendable continuar con la recopilación de información de campo para las fuentes de área típicas de la región y que tienen un aporte importante en la emisión de contaminantes atmosféricos. También es importante sistematizar la recopilación y manejo de la información de fuentes de área, ya que por su cantidad y diversidad, sería más fácil la elaboración de inventarios de emisiones futuros.

7.3 FUENTES MÓVILES CARRETERAS

Las fuentes móviles carreteras son todos aquellos vehículos que tienen permitido circular por la vías públicas, y para la estimación de las emisiones a la atmósfera de este tipo de vehículos se consideran tres elementos fundamentales: 1) la actividad vehicular, la cual refleje la distancia (generalmente representada en kilómetros) y la forma en la cual ésta fue recorrida; 2) el factor de emisión, es decir, la tasa promedio de contaminantes emitidos durante el curso del viaje (expresada en gramos por kilómetro); y 3) la flota vehicular, cuántos vehículos circulan en el área de estudio y cuáles son sus características tecnológicas.

7.3.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

La actividad vehicular (distancia recorrida por tipo de vehículo) se generó mediante trabajo de campo realizado por SEMARNAT y la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Mientras que la cantidad de vehículos en circulación se obtuvo de la Secretaría de Finanzas del gobierno del estado de San Luis Potosí.

Los factores de emisión se obtuvieron para diferente antigüedad del vehículo. Los factores de emisión se estimaron a través del uso del modelo Mobile6_México para el estado de San Luis Potosí, de acuerdo a las características de actividad, condiciones climatológicas, calidad de combustibles y composición vehicular de esta entidad.

7.3.2 Áreas de oportunidad

Es recomendable actualizar los datos de actividad (distancia recorrida por tipo de vehículo) para el área de estudio, con la finalidad de contar con información actualizada para inventarios de emisiones futuros y a mayor detalle para cada una de las ciudades. También sería conveniente sistematizar la información con la finalidad de ir creando bases de datos con datos históricos para realizar proyecciones en inventarios posteriores.

San Luis Potosí
Un Gobierno para Todos

Secretaría
de Ecología y
Gestión Ambiental

7.4 FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS

Las fuentes móviles que no circulan por carreteras, como las locomotoras, embarcaciones marítimas, aeronaves, equipo agrícola y para la construcción, incluso los vehículos que hacen maniobras en las terminales de autobuses, generalmente son incluidas en un inventario independiente a los vehículos que tienen permitido circular en carretera, como los vehículos de uso particular o los autobuses.

7.4.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

Para el caso de las locomotoras, se obtuvo información suficiente de consumo de combustible y distancia recorrida en la zona de estudio y cantidad de locomotoras para realizar la estimación de emisiones. Sin embargo, para otras fuentes, como las terminales de autobuses, se realizó una búsqueda adicional de información, como los tiempos de espera y las distancias recorridas por los autobuses dentro de las terminales.

7.4.2 Áreas de oportunidad

Debido a la importancia en emisión de contaminantes que tiene algunas fuentes móviles no carreteras, como el equipo agrícola y de la construcción y la actividad en el aeropuerto, se recomienda recopilar información en forma periódica, para la elaboración de futuros inventarios de emisiones.

7.5 FUENTES NATURALES

La vegetación es la emisora de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (COVB) y siendo éstos el resultado de la actividad fotosintética en una región determinada. Son varios los factores que afectan las emisiones: el tipo de especie vegetal, la cantidad de radiación solar recibida, la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y la elevación del terreno. Estas características crean condiciones distintas para promover la generación de un contaminante o de otro siendo el isopreno y monoterpeno los principales hidrocarburos emitidos.

7.5.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

El modelo utilizado para la estimación de emisiones biogénicas fue el GloBEIS 3.2 de acuerdo a los lineamientos del proyecto número 172.111 N/D: 241.03690.037 de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte para SEMARNAT. Los factores de emisión (FE) del modelo GloBEIS 3.2 fueron ajustados a las condiciones y vegetación presente en México.

7.5.2 Áreas de oportunidad

Es recomendable actualizar periódicamente la información de uso de suelo de la zona de estudio, para que cuando se requiera realizar un nuevo inventario de emisiones, se cuente con la información más reciente. También es deseable, debido a la gran cantidad de información utilizada en esta fuente de emisión, sistematizar el manejo de los datos.

8. CONCLUSIONES

En el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de San Luis Potosí, se lograron incluir las principales fuentes de emisión localizadas en el área de estudio, a través de la recopilación de información bibliográfica, solicitud a las dependencias generadoras y trabajo de campo. La calidad del inventario, de acuerdo a la información utilizada para realizar la estimación de emisiones, las metodologías empleadas y el control de calidad en los cálculos realizados, permite tener una buena certidumbre en los resultados. A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados:

RESUMEN DE RESULTADOS POR FUENTE DE EMISIÓN

Fuentes fijas. Principal fuente emisora de dióxido de azufre (SO_2), contribuye con el 98% de este contaminante. Además de la emisión del 39% de las $\text{PM}_{2.5}$.

Fuentes de área. Participa con el 23% de la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), 57% de las partículas menores a 10 micras (PM_{10}), 20% de la generación de partículas menores a 2.5 micras ($\text{PM}_{2.5}$), y el 97% de la emisión de amoníaco (NH_3).

Fuentes móviles carreteras. Es la principal fuente generadora de monóxido de carbono (CO) con el 65% de la emisión total de este contaminante, además de contribuir con el 28% de la emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x).

Fuentes naturales. Principal fuente emisora de compuestos orgánicos volátiles (COV) 74%; y, óxidos de nitrógeno (NO_x), 42%, ambos contaminantes provenientes de emisiones biogénicas. Además; contribuye con el 65% de la emisión de partículas PM_{10} como parte de las emisiones erosivas.

RESUMEN DE RESULTADOS POR CONTAMINANTE

COV (compuestos orgánicos volátiles). Emitidos principalmente por la actividad biogénica (74%), la combustión comercial de leña (14%) y el uso comercial y doméstico de solventes (3%).

CO (monóxido de carbono). La principal categoría de emisión de este contaminante son los vehículos tipo pick up (20%), la combustión doméstica de leña (19%), los automotores de uso particular (15%) y los tractocamiones (14%).

NOx (óxidos de nitrógeno). La actividad natural, específicamente las emisiones biogénicas, contribuyen con el 74% de este contaminante, seguido por la generación de energía eléctrica (13%) y los tractocamiones (10%).

SO₂ (dióxido de azufre). Contaminante emitido principalmente por la generación de energía eléctrica (89%) y la industria del cemento y cal (4%).

NH₃ (amoniaco). El amoniaco lo generan, principalmente, las categorías de emisiones ganaderas (69%) la aplicación de fertilizantes (16%) y las emisiones domésticas de amoniaco (10%).

PM₁₀ (partículas menores a 10 micras). Las emisiones erosivas se constituyen como la principal emisora de PM₁₀ (64%), seguida por la combustión doméstica de leña (9%) y la industria alimenticia (7%).

PM_{2.5} (partículas menores a 2.5 micras). La combustión doméstica de leña es la principal fuente emisora con el 35% del total, le sigue la generación de energía eléctrica (16%) y la industria alimenticia (15%).

RESUMEN POR FUENTE DE EMISIÓN Y MUNICIPIO

COV (compuestos orgánicos volátiles). Ciudad del Maíz (9%), Tamasopo (7%) y Rioverde, Ciudad Valles y San Luis Potosí con el 6% cada uno. La emisión de este contaminante, en los tres primeros municipios, se atribuye, principalmente, a las emisiones biogénicas; mientras que en Ciudad Valles y San Luis Potosí, también son importantes las emisiones evaporativas de COV, provenientes del almacenamiento, manejo y uso de combustibles fósiles como las gasolinas, diésel, gas LP y gas natural.

CO (monóxido de carbono). La emisión de monóxido de carbono se debe a los procesos de combustión que se llevan a cabo en la actividad industrial, comercial, habitacional y del uso del automóvil. Los resultados de este inventario de emisiones muestran que en el municipio de San Luis Potosí se emite el 29% de este contaminante y en Ciudad Valles el 8%.

NOx (óxidos de nitrógeno). El municipio de San Luis Potosí tiene la mayor emisión de los óxidos de nitrógeno (18%), debido a que este contaminante es emitido, principalmente, por la actividad de los vehículos automotores y la actividad industrial, es decir, por la combustión de combustibles fósiles. Este contaminante también es emitido por las fuentes biogénicas, es decir, en lugares que cuentan con grandes zonas arboladas.

SO₂ (dióxido de azufre). Contaminante emitido principalmente por la generación de energía eléctrica, la refinación del petróleo y en general la actividad industrial. Debido a lo anterior, el municipio de Villa de Reyes contribuye con la emisión del 48% de este contaminante, seguido el municipio de Tamuín (45%) y San Luis Potosí (2%).

NH₃ (amoniaco). El amoniaco lo generan, principalmente, las categorías de emisiones ganaderas y la aplicación de fertilizantes. Los municipios con mayor contribución a la emisión de este contaminante son: Tamuín (7%), San Luis Potosí (6%), Ciudad Valles (6%) y Soledad de Graciano Sánchez (5%).

PM₁₀ (partículas menores a 10 micras). Las emisiones erosivas se constituyen como la principal emisora de PM₁₀ y a nivel municipal Guadalcázar contribuye con el 18%, seguido por Villa Juárez, Cerritos y Tamasopo con 7% cada uno.

PM_{2.5} (partículas menores a 2.5 micras). Las industrias de generación de energía eléctrica y alimenticia, así como el consumo doméstico de leña son las principales fuentes de emisión de partículas PM_{2.5} y por municipio se emite principalmente en Ciudad Valles (15%), El Naranjo (10%), Villa de Reyes (9%), Tamazunchale (9%) y San Luis Potosí (8%).

9. RECOMENDACIONES

FUENTES FIJAS

- Actualizar de forma anual el padrón industrial mediante la regulación de la industria haciendo uso de Licencias Ambientales Únicas.
- Fortalecer la actualización del padrón industrial mediante la instrumentación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) o Cédulas de Operación Anual Estatales (COAE).
- Aplicar el artículo 29 del Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí en material de prevención y control de la contaminación atmosférica, en el cual se especifica que las empresas que son de jurisdicción estatal, están obligadas a entregar la documentación necesaria para que la SEGAM refrende su permiso de operación. También se recomienda hacer una revisión de este artículo y evaluar su alcance.
- Para fortalecer la entrega de reportes de emisiones del industrial al estado, es indispensable contar con un Reglamento que lleve al industrial al cumplimiento de la entrega de estos reportes de forma anual, ya que la única
- Capacitar al industrial en la forma e importancia de reportar la información de su industria. Esta recomendación es necesaria para mejorar la calidad de la información entregada por el industrial.

FUENTES ÁREA

- Es recomendable continuar con la recopilación de información de campo para las fuentes de área típicas de la región y que tienen un aporte importante en la emisión de contaminantes atmosféricos, es el caso de la información para los caminos pavimentados y no pavimentados, en donde tal vez es necesario realizar estudios para obtener información específica de la zona de estudio.
- Sistematizar la recopilación y manejo de la información de fuentes de área, ya que por su cantidad y diversidad, sería más fácil la elaboración de inventarios de emisiones futuros.

FUENTES MÓVILES CARRETERAS

- Es recomendable recopilar, periódicamente datos de actividad (distancia recorrida por tipo de vehículo, con la finalidad de contar con más información y a mayor detalle para cada una de las ciudades, lo cual será de gran utilidad para el desarrollo futuro de inventarios de emisiones de fuentes móviles.

- Se recomienda tener actualizado, homologado y depurado el padrón vehicular del Estado de San Luis Potosí, ya que es una herramienta fundamental para estimar la cantidad de vehículos en circulación en una zona de estudio, además de obtener la composición de la flota vehicular por tipo vehículo y antigüedad. Para este punto es importante el que se realice un convenio con algunas instituciones que poseen dicha información, tal como la Secretaría de Finanzas del Estado, para que la información fluya de forma anual y rápida.

FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS

- Para las actividades de la construcción y agrícola, se recomienda recopilar información de campo referente al consumo de combustible, horas de operación, cantidad por tipo de vehículo, potencia, entre otros datos.

FUENTES NATURALES

- Es recomendable actualizar periódicamente la información de uso de suelo de la zona de estudio, para que cuando se requiera realizar un nuevo inventario de emisiones, se cuente con la información más reciente.
- Establecer un convenio con el Sistema Nacional Meteorológico para tener acceso a la información de forma horaria en las estaciones de monitoreo ubicadas en el estado.
- También es deseable, debido a la gran cantidad de información utilizada en esta fuente de emisión, sistematizar el manejo de los datos.

RECOMENDACIONES GENERALES

En forma general, se recomienda sistematizar la información del inventario de emisiones, para que la elaboración de inventarios de emisiones futuros sea más ágil. También se recomienda elaborar inventarios de emisiones en forma periódica (cada 2, 3 ó 5 años), para observar la evolución de la emisión de contaminantes, y actualizar las fuentes de emisión que continúan vigentes, así como las nuevas que se incorporan a la emisión de contaminantes.

GLOSARIO

Año base. Año para el cual se tiene la información básica para la estimación de un inventario de emisiones.

Atmósfera. Capa del aire que circunda la tierra, se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre.

Calidad del aire. Condición de las concentraciones de los contaminantes en el aire ambiente que indican alteración en los niveles biogénicos aceptables.

Combustión. Proceso de oxidación rápida de materiales inorgánicos acompañados de liberación de energía en forma de calor y luz.

Concentración. Cantidad relativa de una sustancia específica mezclada con otra generalmente más grande.

Contaminante atmosférico. Sustancia en el aire que en alta concentración puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Estos contaminantes se pueden encontrar en forma de partículas sólidas, líquidas, gaseosas o combinadas.

Control de emisiones. Conjunto de medidas tendentes a provocar la reducción en las emisiones de contaminantes al aire.

Emisión. Descarga de contaminantes a la atmósfera provenientes de las diferentes fuentes de emisión tanto biogénicas como antropogénicas.

Factor de emisión. Relación entre la cantidad de contaminante producida y la cantidad de materias primas procesadas o energía consumida.

Fuentes fijas. Punto fijo de emisión de contaminantes en grandes cantidades, generalmente de origen industrial.

Fuentes móviles. Cualquier máquina, aparato o dispositivo emisor de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo que no tiene un lugar fijo. Se consideran fuentes móviles todos los vehículos automotores, barcos, aviones, etc.

Fuentes biogénicas. Fuentes de emisión que son originadas por la actividad de la naturaleza, como por ejemplo las actividades biológicas, volcánicas, etc.

Inventario de emisiones. Listado, por fuente, de la cantidad de contaminantes al aire que son descargados a la atmósfera de una región de interés. Es la columna vertebral de un programa de mejoramiento de calidad del aire.

Medio ambiente. Conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos que propician la existencia, transformación y desarrollo de los organismos.

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

Uso de suelo. Término utilizado para designar el propósito específico que se asigna a la ocupación o empleo de un terreno o área.



Secretaría
de Ecología y
Gestión Ambiental

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INE-SEMARNAT, 2005. Western Governors' Association. Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones. Mayo de 2005.
2. INE-SEMARNAT, 2006. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, North American Commission for Environmental Cooperation, United States Environmental Protection Agency, Western Governors' Association. Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999. Septiembre de 2006.
3. INEGI, 2005. Censo general de población y vivienda para México–2005. Aguascalientes, México, 2006.
4. INEGI, 2005. Geografía e Informática. Diccionario de datos edafológicos. México, D.F. 1998
5. INEGI, 2009. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Consultada el 27 de agosto de 2009
6. Radian International LLC, 1997. INE-SEMARNAP, USEPA, Western Governors' Association, 1997. Manuales del programa de inventarios de emisiones de México. Diciembre de 1997.

Sitios de Internet consultados:

- Edafología

http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/edafologia/?c=527

- Geología

http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/geologia/?c=554

- Fisiografía

http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/fisiografia/?c=553

- Región hidrológica

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/regiones_hidrologicas.cfm?c=519

- Cuenca hidrológica

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/cuencas_hidrologicas.cfm?c=520

- Principales ríos

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/principales_rios.cfm?c=521

- Vegetación primaria

http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/vegetacion/?c=556

- Usos de suelo y vegetación

http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/uso_suelo/?c=555

- Fauna

<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/vegfauna/vegetaci.cfm?c=591>

- Calidad del aire

http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cal aire/aire_limpio.html

http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cal aire/cont_primarios.html



Secretaría
de Ecología y
Gestión Ambiental