

PROGRAMA DE
GESTIÓN PARA
MEJORAR LA CALIDAD
DEL AIRE EN LA ZONA
METROPOLITANA DE
SAN LUIS POTOSÍ-
SOLEDAD DE GRACIANO
SÁNCHEZ
2013-2021

PROAIRE SLP

CONTENIDO

1.	DESCRIPCIÓN FÍSICA Y SOCIOECONÓMICA.....	1
1.1	Descripción física.....	2
1.1.1	Delimitación de la zona de estudio.....	2
1.1.2	Hidrografía.....	3
1.1.3	Climatología.....	4
1.1.4	Edafología.....	6
1.2	Descripción socioeconómica.....	9
1.2.1	Población.....	9
1.2.2	Población económicamente activa por sector productivo.....	10
1.2.3	Crecimiento económico por sector productivo.....	13
1.3	Marco legal.....	16
1.3.1	Legislación Federal.....	16
1.3.2	Legislación Estatal.....	22
2.	CAMBIO CLIMÁTICO.....	26
2.1	Efecto invernadero y cambio climático.....	27
2.2	Respuesta de la Comunidad Internacional.....	29
2.2.1	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.....	30
2.2.2	El Protocolo de Kioto.....	32
2.3	Efectos del Cambio Climático.....	35
2.4	Mitigación y Adaptación.....	36
2.4.1	Mitigación.....	36
2.4.2	Adaptación.....	37
2.5	Cambio Climático en México.....	39
2.5.1	Emisiones de gases de efecto invernadero en México.....	39
2.5.2	Acciones del Gobierno federal.....	40
2.5.3	Mitigación.....	42

2.5.4	Adaptación.....	43
3.	CALIDAD DEL AIRE.....	45
3.1	Normatividad ambiental en materia de calidad del aire.....	46
3.2	Monitoreo de Calidad del Aire.....	49
3.2.1	Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire del Estado de San Luis Potosí	49
3.2.2	Información de las estaciones de monitoreo operadas por la SEGAM51	
3.2.3	Tendencias de datos de calidad del aire.....	52
4.	INVENTARIO DE EMISIONES.....	65
4.1	Inventario de Emisiones	66
4.1.1	Descripción general del inventario	66
4.1.2.	Descripción de las categorías de las fuentes de emisión	67
4.1.2.1.	Fuentes puntuales.....	67
4.1.2.2.	Fuentes de área.....	67
4.1.2.3.	Fuentes móviles carretera.....	68
4.1.2.4.	Fuentes móviles no carretera	69
4.1.2.5.	Fuentes naturales.....	69
4.2	Inventario de emisiones a la atmósfera	70
4.3	Inventario de emisiones desagregado.....	75
4.4	Análisis del inventario de emisiones por categoría.....	81
4.4.1	Fuentes puntuales	81
4.4.2	Fuentes móviles	85
4.4.3	Fuentes de área	89
4.4.4	Fuentes móviles no carreteras.....	93
4.4.5	Fuentes naturales	96
5.	EFFECTOS EN LA SALUD POR LA CONTAMINACION ATMOSFÉRICA.....	99
5.1	Antecedentes	100
5.1.1	Exposición aguda	102
5.1.2	Exposición crónica.....	102
5.2	Efectos de los contaminantes atmosféricos en la salud humana	
	103	

5.2.1	Ozono.....	103
5.2.2	Monóxido de carbono.....	105
5.2.3	Partículas suspendidas.....	106
5.2.4	Dióxido de azufre.....	107
5.2.5	Dióxido de nitrógeno.....	109
5.2.6	Plomo.....	110
6.	OBJETIVOS, METAS Y ESTRATEGIAS	111
6.1	Objetivos.....	112
6.1.1	Objetivo general.....	112
6.1.2	Objetivos particulares.....	112
6.2	Metas.....	113
6.3	Estrategias.....	113
7.	ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE.....	115
7.1	ESTRATEGIA 1. REDUCCIÓN DE EMISIONES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA (FUENTES FIJAS)	116
7.2	ESTRATEGÍA 2. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES (FUENTES MÓVILES)	125
7.3	ESTRATEGIA 3. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE COMERCIOS Y SERVICIOS (FUENTES DE ÁREA)	138
7.4	ESTRATEGIA 4. PROTEGER LA SALUD DE LA POBLACIÓN	152
7.5	ESTRATEGIA 5. FOMENTAR LA EDUCACIÓN AMBIENTAL, LA COMUNICACIÓN CON LA POBLACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO	164
7.6	ESTRATEGIA 6. CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y PLANEACIÓN DEL DESARROLLO URBANO Y TERRITORIAL	174
7.7	ESTRATEGIA 7. FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL.....	181
7.8	ESTRATEGIA 8. FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DE LOS RECURSOS HUMANOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE.....	188
8.	GLOSARIO.....	195
9.	REFERENCIAS	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Representación del Estado de San Luis Potosí.....	3
Figura 1.2 Hidrografía de la Zona Metropolitana de.....	4
Figura 1.3 Unidades climáticas del Estado de San Luis Potosí.	6
Figura 1.4 Edafología del Estado de San Luis Potosí.....	8
Figura 1.5 Tasa de crecimiento poblacional de San Luis Potosí (Porcentaje).....	10
Figura 1.6 Producto interno bruto total.....	15
Figura 2.1 Esquema del mecanismo de efecto invernadero.....	28
Figura 2.2 Variaciones en la temperatura media de la superficie terrestre en el Hemisferio Norte.....	29
Figura 2.3 Potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero.....	33
Figura 2.4 Diagrama de emisiones de GEI para México.....	39
Figura 3.1 Ubicación de las estaciones de monitoreo en el municipio de San Luis Potosí.....	51
Figura 3.2 Valores máximos mensuales de promedio diario de O ₃	53
Figura 3.3 Días buenos, regulares y malos de O ₃	54
Figura 3.4 Porcentaje de datos válidos de ozono por estación.	54
Figura 3.5 Valores máximos mensuales de promedio diario de CO.	55
Figura 3.6 Días buenos, regulares y malos de CO.....	56
Figura 3.7 Porcentaje de datos válidos de CO por estación..	57
Figura 3.8 Máximo mensual de promedio diario de SO ₂	58
Figura 3.9 Días buenos, regulares y malos de SO ₂	59
Figura 3.10 Porcentaje de datos válidos de SO ₂ por estación.	59
Figura 3.11 Máximo mensual de promedio diario de NO ₂	60
Figura 3.12 Días buenos, regulares y malos de NO ₂	61
Figura 3.13 Porcentaje de datos válidos de NO ₂ por estación.	62
Figura 3.14 Máximo mensual de promedio diario de PM ₁₀	63

Figura 3.15 Porcentaje de datos válidos por estación.....	63
Figura 4.1 Megagramos por año.....	71
Figura 4.2 Emisiones de contaminantes a la atmósfera, por categoría de fuente de emisión.....	73
Figura 4.3 Contribución porcentual por fuente.....	75
Figura 4.4 Contribución de emisiones de SO ₂ y por sectores industriales.....	82
Figura 4.5 Contribución de emisiones de PM ₁₀ por sectores industriales.....	83
Figura 4.6 Contribución de emisiones de PM _{2.5} por sectores industriales.....	83
Figura 4.7 Contribución de emisiones de NO _x por sectores industriales.....	84
Figura 4.8 Contribución de emisiones de COV por sectores industriales.....	85
Figura 4.9 Contribución de emisiones de CO por tipo de vehículo	86
Figura 4.10 Contribución de emisiones de NO _x por tipo de vehículo.....	87
Figura 4.11 Contribución de emisiones de COV por tipo de vehículo.....	88
Figura 4.12 Contribución de emisiones de SO ₂ por tipo de vehículo.....	89
Figura 4.13 Contribución de emisiones de NH ₃ por tipo de fuente de área.....	90
Figura 4.14 Contribución de emisiones de COV por tipo de fuente de área.....	91
Figura 4.15 Contribución de emisiones de PM ₁₀ por tipo de fuente de área.....	92
Figura 4.16 Contribución de emisiones de CO por tipo de fuente de área.....	93
Figura 4.17 Contribución de emisiones por fuentes móviles no carretera.....	94
Figura 4.18 Contribución de emisiones de SO ₂ por tipo de fuente FMNC.....	95
Figura 4.19 Contribución de emisiones de CO por tipo de fuente FMNC.....	95
Figura 4.20 Contribución de emisiones de NO _x por tipo de fuente FMNC.....	96
Figura 4.21 Contribución de emisiones por fuentes naturales	98

Figura 5.1 Efectos en la salud de acuerdo al grado de concentración de contaminantes atmosféricos.....	101
Figura 5.2 Comparativa de tamaño de partículas.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Población total y derechohabiente de los sistemas de salud.....	9
Tabla 1.2 Población ocupada en los distintos sectores productivos.....	11
Tabla 1.3 Producto Interno Bruto por sector productivo.....	13
Tabla 3.1 Valores normados para los contaminantes del aire en México.....	47
Tabla 4.1 Principales características del IE de la Zona Metropolitana de SLP-SGS.....	66
Tabla 4.2 Inventario de emisiones de la ZMSLP-SGS, año base 2011.....	72
Tabla 4.3 Contribución porcentual por tipo de fuente.....	73
Tabla 4.4 Inventario de emisiones desagregado, año base 2011	77
Tabla 4.5 Contribución porcentual al total de las emisiones, desagregada por subcategoría.....	79
Tabla 5.1 Efectos del CO en la salud humana.....	105
Tabla 5.2 Efectos del SO ₂ en la salud humana	108
Tabla 5.3 Efectos del NO ₂ en la salud humana	109

ACRÓNIMOS

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramo por metro cúbico
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
Ca	Calcio
CFC	Clorofluorocarbono
CH_4	Metano
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
COV	Compuestos orgánicos volátiles
DOF	Diario Oficial de la Federación
ENACC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
GEI	Gases de efecto invernadero
Gg	Giga gramo = 1×10^9 gramos
HCFC	Hidroclorofluorocarbono
IE	Inventario de emisiones
INE	Instituto Nacional de Ecología
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
K	Potasio
kg	Kilogramo

km	Kilómetro
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
Mg	Magnesio
MtCO _{2eq}	Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente
MOBILE	Modelo para la estimación de factores de emisión para vehículos
N ₂ O	Óxido nitroso
Na	Sodio
NH ₃	Amoniaco
NOM	Norma Oficial Mexicana
NO _x	Óxidos de nitrógeno
O ₃	Ozono
Pb	Plomo
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PFC	Perfluorocarbono
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PM ₁₀	Materia particulada menor a 10 micrones de diámetro
PM _{2.5}	Materia particulada menor a 2.5 micrones de diámetro
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppm	Partes por millón
PROAIRE	Programa de Calidad del Aire

PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PST	Partículas suspendidas totales
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEGAM	Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Estado de San Luis Potosí
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SO ₂	Dióxido de azufre
tCO _{2eq}	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
Ton	Toneladas métricas (1,000 kg)
ZMSLPSGS	Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez

**1. DESCRIPCIÓN FÍSICA Y
SOCIOECONÓMICA**

1.1 Descripción física

1.1.1 Delimitación de la zona de estudio

El Estado de San Luis Potosí se encuentra en la región centro de México colinda al Norte con Zacatecas, Nuevo León y Tamaulipas; al Este con Tamaulipas y Veracruz-Llave; al Sur con Hidalgo, Querétaro de Arteaga y Guanajuato; al Oeste con Zacatecas. Está integrado por 58 municipios ocupando una superficie de 61,137 km² (alrededor del 3.1% de la superficie del país).

La Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez (ZMSLP-SGS) está considerada como una de las más importantes de cuarenta y cuatro zonas metropolitanas en México¹.

La extensión territorial de la ZMSLP-SGS² ocupa un área de 1,742 km² y se encuentra delimitada geográficamente en los extremos al norte 24° 29', al sur 21° 10' de latitud norte; al este 98° 20', al oeste 102° 18' de longitud oeste³.

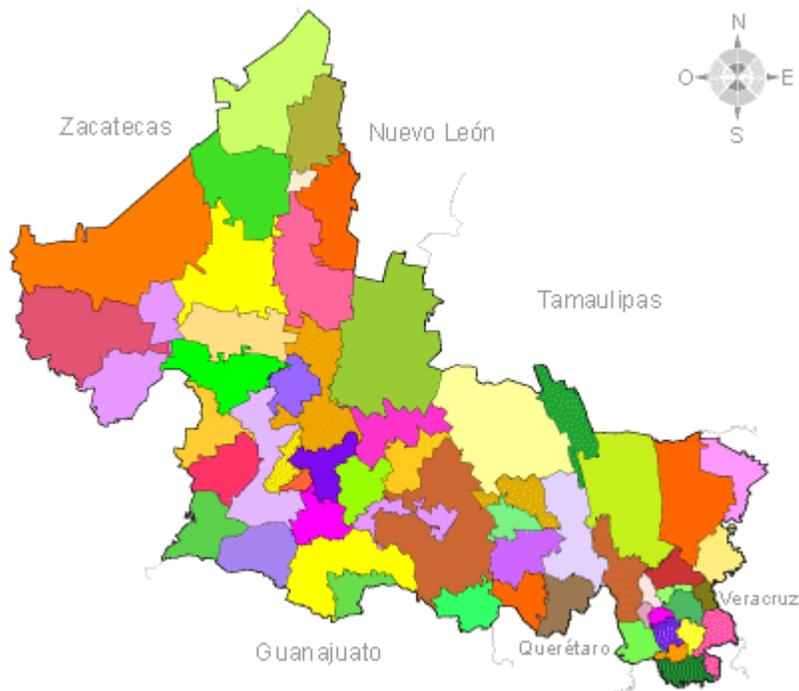
Las colindancias de la ZMSLP-SGS al Norte se refieren a los municipios de: Moctezuma y Villa de Arista; al Sur colinda con los municipios de Villa de Arriaga, Villa de Reyes y Zaragoza; al Oeste con los municipios de Ahualulco y Mexquitic de Carmona; finalmente al Este con los municipios de Villa Hidalgo y el Armadillo de los Infante (ver Figura 1.1).

¹ Consultado de http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf, el 15 de noviembre de 2012.

² http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf

³ Consultado en http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/slp_geo.cfm, el 15 de noviembre de 2012.

Figura 1.1 Representación del Estado de San Luis Potosí



Fuente:

http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/slp/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=24

1.1.2 Hidrografía

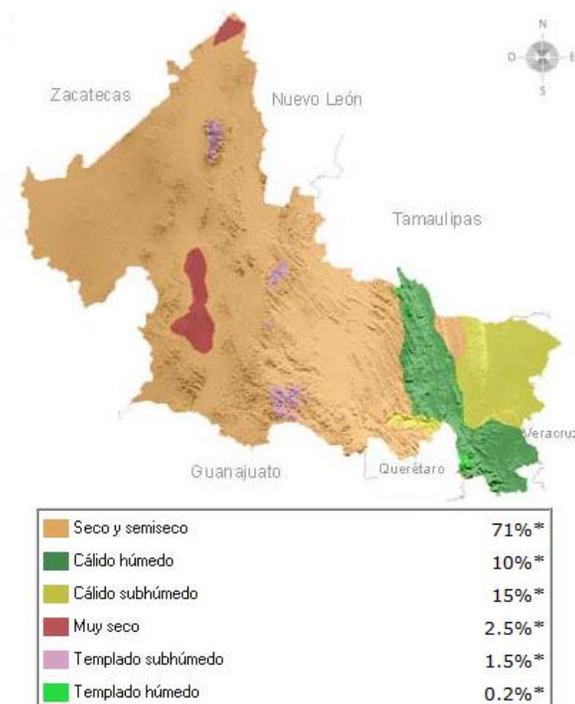
La hidrografía del territorio potosino se compone de diversos orígenes para los cuerpos de agua y sus vertientes. El Altiplano está conformado por un conjunto de cuencas cerradas y endorreicas, por corrientes de temporal, mantos subterráneos y algunos manantiales. En la región Media, por manantiales, 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

- b. *Cálido subhúmedo*. Representa el 15% localizado en la parte este de la Sierra Madre Oriental.
- c. *Cálido húmedo*. Presente en un 10% localizado hacia la Llanura Costera del Golfo.
- d. *Muy seco*. Representa una proporción de 2.5% localizado en la Mesa del Centro.
- e. *Templado subhúmedo*. Presente en 1.5% en las llanuras que se encuentran entre las sierras.
- f. *Templado húmedo*. Presente en un porcentaje muy pequeño del 0.2 hacia el Sureste del estado.

La temperatura media anual del estado de San Luis Potosí es de 21°C, la temperatura mínima promedio es de 8.4°C en el mes de enero y la máxima promedio es de 32°C la cual 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.

Figura 1.3 Unidades climáticas del Estado de San Luis Potosí.



Fuente: Consultado en <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/slp>, el 15 de noviembre de 2012

1.1.4 Edafología

La ciudad de San Luis Potosí está formada por un graben o fosa tectónica escalonada, delimitada por rocas volcánicas del Terciario, que se encuentran localizadas sobre rocas sedimentarias marinas del Cretácico Superior⁴.

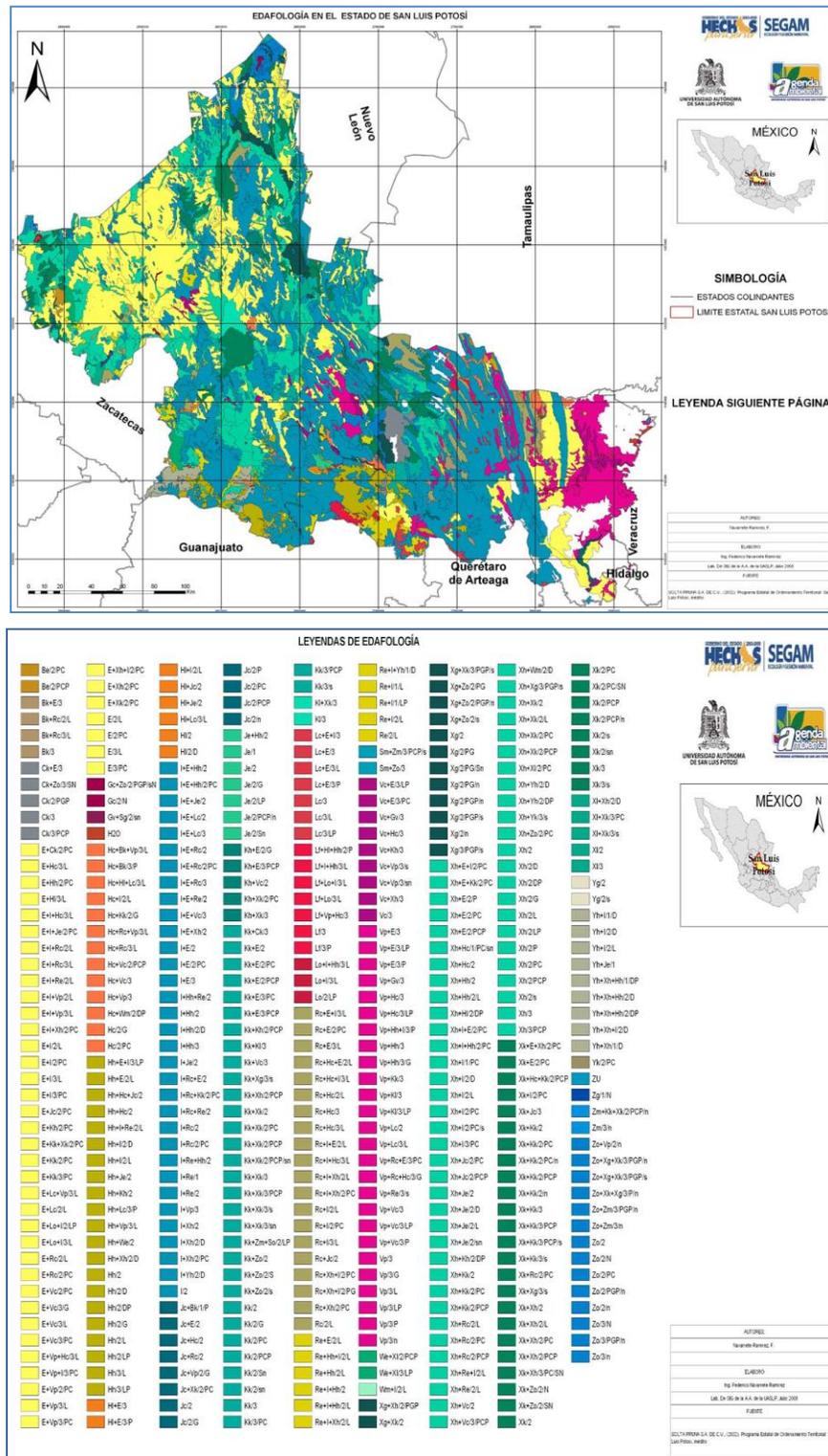
La fosa tectónica se encuentra cubierta por material aluvial de espesor muy variable, desde 80 a 350 m y en ocasiones mayores de 400 m.

⁴ Consultado en <http://www.segam.gob.mx/descargas/Ordenamiento/002.pdf>, el 15 de noviembre de 2012

A los sedimentos aluviales subyacen en contacto discordante, ignimbritas riolíticas y tobas arenosas del Oligoceno Superior, así como en forma concordante a latita e ignimbrita del Oligoceno Medio. La permeabilidad del material de relleno aluvial es clasificada como media alta en material no consolidado. Se han identificado tres cuerpos hidrogeológicos: un acuífero somero entre 5 y 30 m que coincide con las áreas de los cauces de ríos y arroyos; un acuífero libre que se encuentra entre los 80 a 105 m de profundidad en las regiones de recarga al occidente y oriente de la zona, y de los 140 a 180 m en el cono de abatimiento del valle de San Luis Potosí; el tercero es un acuífero profundo que se encuentra a partir de los 180 a 320 m, en donde se ha detectado agua termal. La transmisibilidad para el acuífero profundo varía entre 0.3 y 9×10^{-3} m²/seg, mientras que el coeficiente de almacenamiento varía entre 0.5 y 0.006 m³.

Una descripción puntual del tipo de suelo que se presenta en el estado de San Luis Potosí se muestra en la Figura 1.4.

Figura 1.4 Edafología del Estado de San Luis Potosí.



Fuente: Consultado en [http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDsQfjAC&url=http%3A%2F%2Fvirtual.uaslp.mx%2Fambiental%2Fproyectos%2Fdocumentos%2520compartidos%2FOET FASE I-II PARTE II 2010-2011.docx&ei=VlC3UJDMoXo2gWsvYClBw&usq=AFQjCNGpoxiK5BTdHzw6cgGo0iyIWFVfPQ&sig2=jvqF3tH2eIQ34hszcLm_g](http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDsQfjAC&url=http%3A%2F%2Fvirtual.uaslp.mx%2Fambiental%2Fproyectos%2Fdocumentos%2520compartidos%2FOET%20FASE%20I-II%20PARTE%20II%202010-2011.docx&ei=VlC3UJDMoXo2gWsvYClBw&usq=AFQjCNGpoxiK5BTdHzw6cgGo0iyIWFVfPQ&sig2=jvqF3tH2eIQ34hszcLm_g), el 15 de noviembre de 2012

1.2 Descripción socioeconómica

1.2.1 Población

La población del estado de San Luis Potosí es de 2'585,518 habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI, y ocupa el lugar número 20 a nivel nacional por su población. En la Zona Metropolitana de SLPSGS, se concentra el 40% del total del estado y asciende a 1'040,443 (ver Tabla 1.1) habitantes en los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez⁵.

Tabla 1.1 Población total y derechohabiente de los sistemas de salud.

Municipio	Población 2000	Población 2010
San Luis Potosí	670,532	772 604
Soledad de Graciano Sánchez	180,296	267,839
Total	850,828	1'040,443

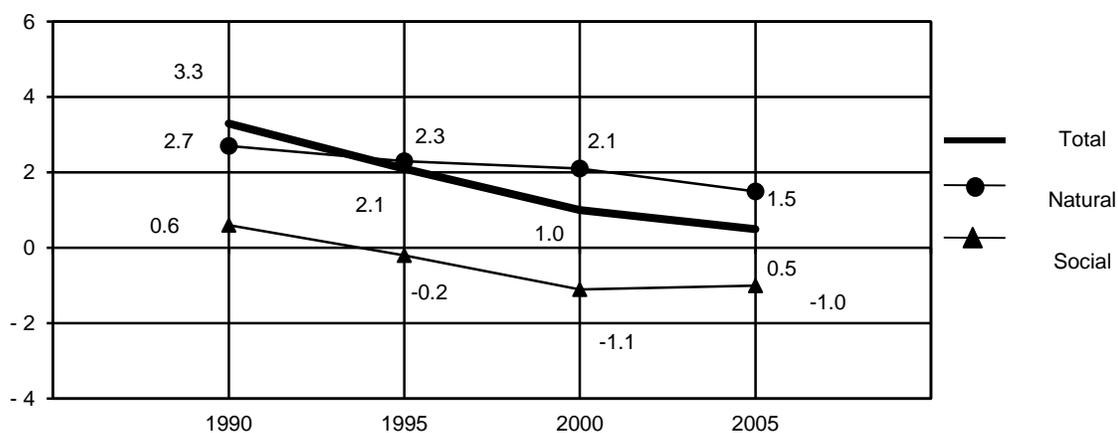
Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2000
Censo General de Población y Vivienda, 2010

Alrededor del 72.5% de la población de la ZMSLPSGS, cuenta con inscripción a los distintos sistemas de salud estatal ya sean privados o públicos. En otras palabras, existe un segmento grande de la población que es económicamente activa en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez.

⁵ Consultado en http://www.campopotosino.gob.mx/cpv10p_24.pdf, el día 15 de noviembre de 2012

El crecimiento poblacional del estado de San Luis Potosí se estima una tasa anual de alrededor del 1.10% (ver Figura 1.5). Sin embargo en al año 2000 se contabilizaron 73,612 personas que salieron del estado para radicar en otras entidades y llegaron 43,815 personas más; mientras que en 2005 de acuerdo a INEGI⁶ se contabilizaron 44,989 personas que salieron del Estado y llegar 40,208 más.

Figura 1.5 Tasa de crecimiento poblacional de San Luis Potosí (Porcentaje)



Fuente: Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí, 2009.

1.2.2 Población económicamente activa por sector productivo

En el cuarto trimestre del año 2012, se estimó que la población económicamente activa en el estado de San Luis Potosí era de 1,062,435 personas. La distribución en los distintos sectores económicos es la siguiente alrededor de 591 mil personas trabajan en el sector terciario; 254 mil personas trabajan en

⁶

http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tab/poblacion/m_migratorios.aspx?tema=me&e=27

el secundario; 209 mil habitantes laboran en el sector primario y 179 mil no especifican su actividad económica.

En San Luis Potosí, el sexo masculino es el que participa laborando en los tres sectores, principalmente en el sector primario con un 92.5%, seguido del secundario con un porcentaje promedio del 63% y por último el sector terciario con el 59%. Lo anterior refleja la participación de las mujeres en el sector terciario principalmente destaca su participación en el rubro de comercio (ver Tabla 1.2).

Tabla 1.2 Población ocupada en los distintos sectores productivos

Sector	Total	Hombres (%)	Mujeres (%)
Población ocupada por rama de actividad económica	1,235,021	63.4	36.6
Primario			
Actividades agropecuarias	209,818	92.5	7.5
Secundario			
Industria manufacturera	171,291	62.5	37.5
Industria extractiva y de la electricidad	14,246	91.5	8.5
Construcción	68,545	96.9	3.1
Terciario			
Comercio	190,042	49.0	51.0
Transportes y comunicaciones	34,181	86.1	13.9
Otros servicios	317,199	42.7	57.3
Gobiernos y organismos internacionales	50,442	58.5	41.5
No Especificado	179,257	62.2	37.8

Fuente: STPS-INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, 2012.

Evidentemente existe una gran ocupación en el sector terciario, específicamente en la actividad comercial y representa alrededor del 46% de la población dedicada a esta actividad. Otra proporción importante de la población se dedica a las actividades agropecuarias, lo cual representa un 24.2% del total de la población de la ZMSLPSGS.

1.2.3 Crecimiento económico por sector productivo

La actividad intensa y crecimiento laboral en los tres sectores productivos, reflejan cambios sensibles hacia la alza del Producto Interno Bruto (PIB) del estado de San Luis Potosí. Por ejemplo, en el año 2005 el sector secundario manifestó una concentración de las actividades económicas y representó el 49% del PIB estatal, las actividades terciarias representaron el 46% y las primarias el 3%. Hacia el año 2009, el sector secundario tuvo un decrecimiento representando el 41.3% del PIB estatal, el sector terciario aumentó su contribución en 54.5% y el sector primario incrementó mínimamente a 4.1% (ver Tabla 1.3 y Figura 1.6).

Tabla 1.3 Producto Interno Bruto por sector productivo
(Millones de pesos a precios corrientes).

Año	2005	2006	2007	2008	2009
Sector primario	6,735	7,592	7,821	9,040	8,401
11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	6,735	7,592	7,821	9,040	8,401
Sector secundario	104,046	122,807	132,141	147,775	84,172
21 Minería	2,659	4,660	4,651	5,026	5,306
22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	3,534	3,932	6,137	9,304	7,070
23 Construcción	12,570	16,541	13,284	16,173	18,546
31-33 Industrias manufactureras	43,143	48,838	54,037	58,638	53,250
311-312 Industrias alimentaria, de las bebidas y del tabaco	12,110	12,557	13,487	14,828	15,471
313-316 Textiles, prendas de vestir y productos de cuero	1,439	1,518	1,316	1,215	995
321 Industria de la madera	124	124	153	161	185
322-323 Industrias del papel, impresión e industrias conexas	1,381	1,542	1,744	1,704	1,645
324-326 Derivados del petróleo y del carbón,	1,758	1,829	2,055	2,095	1,510

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

Año	2005	2006	2007	2008	2009
industrias química, del plástico y del hule					
327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	3,858	4,527	5,389	5,084	5,277
331-332 Industrias metálicas	9,834	13,344	14,780	16,828	13,912
333-336 Maquinaria y equipo	10,474	11,296	12,688	14,102	12,023
337 Fabricación de muebles y productos relacionados	521	454	503	473	445
339 Otras industrias manufactureras	1,641	1,645	1,917	2,144	1,782
Sector terciario	86,953	96,775	104,910	112,414	111,206
43 y 46 Comercio	23,601	27,120	29,210	31,775	29,242
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	10,529	11,992	12,502	12,693	12,719
51 Información en medios masivos	2,861	3,231	3,771	3,784	4,119
52 Servicios financieros y de seguros	2,241	2,236	2,818	3,163	3,646
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	21,050	23,117	24,612	26,534	26,697
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	2,761	2,646	3,043	3,336	3,013
55 Dirección de corporativos y empresas	13	14	14	16	13
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	2,291	2,721	2,899	2,907	2,789
61 Servicios educativos	8,490	9,629	10,579	11,782	12,320
62 Servicios de salud y de asistencia social	4,491	4,923	5,570	5,605	5,850
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	681	776	863	914	1,103
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.113	0.118	0.117	0.122	0.131
81 Otros servicios excepto actividades del gobierno	3,835	3,962	4,321	4,948	4,669
93 Actividades del Gobierno	4,109	4,408	4,708	4,957	5,026

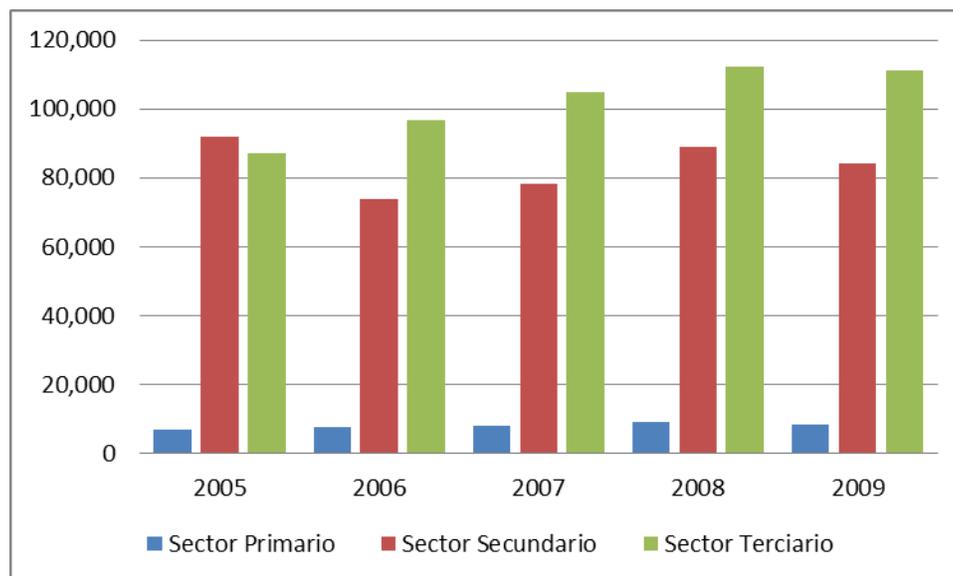
Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales de México, 2010.

El sector terciario muestra un nivel de actividad mayor con respecto a los otros sectores, siendo los más importantes el del comercio, servicios inmobiliarios, servicios educativos,

principalmente. Juntas estas tres actividades representan más del 90% del PIB del sector terciario en el año 2009. Para el sector secundario, las actividades más importantes para ese mismo año son las de la industria manufacturera, maquinaria y equipo e industrias metálicas; juntas representan el 80% del PIB generado en el sector terciario.

En la siguiente Figura se muestra de manera gráfica la información de la evolución de los distintos sectores productivos desde el año 2005 hasta el año 2009.

Figura 1.6 Producto interno bruto total
(Millones de pesos a precios corrientes)



Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales de México, 2010.

1.3 Marco legal

En materia de normatividad de aire, México cuenta con varios instrumentos jurídicos que permiten prevenir y controlar la contaminación atmosférica.

Entre ellos están la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica y las normas oficiales mexicanas para el control de los niveles de emisiones de contaminantes a la atmósfera, provenientes de fuentes determinadas en el caso de la legislación federal.

En el caso de San Luis Potosí, su marco legal lo constituye la Constitución Política del estado de San Luis Potosí en el cual se hace referencia a la protección ambiental y la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí que actualmente no cuenta con reglamentos así mismo, no cuenta con normas estatales. A continuación revisaremos los documentos antes citados.

1.3.1 Legislación Federal

1.3.1.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos

En el artículo 4o. de la Carta Magna, se mencionan dos aspectos que son el objetivo fundamental de los ProAire: el que toda persona tiene derecho a la protección de la salud y así mismo, tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

1.3.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA es de aplicación nacional y establece las obligaciones de las autoridades del orden federal y local. La Ley, en su título IV de Protección al Ambiente, capítulo II, contiene los artículos 111, 111 BIS, 112, 113, 114, 115 y 116 versan sobre prevención y control de la contaminación de la atmósfera, a los cuales se les efectuaron reformas, adiciones o derogaciones en diciembre de 1996, con objeto de que plasmen los principios y orientaciones de la política ambiental. En particular a los que se refieren a la prevención y control del deterioro de la calidad del aire en la República Mexicana, para que garanticen el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

En el citado título se señalan los instrumentos de política, mecanismos y procedimientos necesarios para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, incluida la competencia de la Federación para: expedir normas que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del país; integrar y actualizar el inventario de fuentes emisoras de jurisdicción federal de contaminantes a la atmósfera; formular y aplicar programas para reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera; promover y apoyar técnicamente a los gobiernos locales en la formulación y aplicación de programas de gestión de la calidad del aire; expedir normas para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo atmosférico; así como normar y vigilar la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan gases, partículas y olores, entre otros.

La Ley define los sectores industriales que son de jurisdicción federal y menciona que las autoridades locales son las encargadas de establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire, así como programas de verificación vehicular.

1.3.1.3 Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación **de la atmósfera**

El Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación atmosférica.

El Reglamento define los procedimientos técnico-administrativos a que están sujetas las fuentes emisoras de contaminantes de jurisdicción federal, como son las licencias de funcionamiento y la cédula de operación anual. Cabe mencionar que derivado de los recientes cambios a la LGEEPA, se inició la aplicación de nuevos mecanismos de regulación directa de las actividades industriales, de tal forma que se creó una Licencia Ambiental Única (LAU) y una Cédula de Operación Anual (COA), de carácter multimedio.

El reglamento también define la actuación de las autoridades para establecer los inventarios de emisiones y los sistemas de información de la calidad del aire.

El Reglamento se divide en cinco capítulos (52 artículos) y una sección de artículos transitorios. Con las modificaciones a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicadas en el Diario Oficial de la Federación

(DOF) el 25 de noviembre de 1998, se derogaron algunas disposiciones legales del Reglamento que se contraponen a la LGEEPA.

El capítulo primero contiene las disposiciones generales que establecen las competencias de la SEMARNAT y también se definen claramente los subsectores industriales que se consideran de jurisdicción federal. El segundo capítulo establece la emisión de contaminantes por fuentes fijas. El tercer capítulo abarca la emisión de contaminantes por fuentes móviles. El capítulo cuarto trata lo relacionado con el sistema nacional de información de la calidad del aire. El quinto capítulo aborda el sistema nacional de información de la calidad del aire y el capítulo sexto contiene las medidas de control y de seguridad y las sanciones que se pueden aplicar con carácter administrativo y que pueden ser sancionados por la Secretaría en asuntos de competencia federal.

1.3.1.4 Las normas aplicables

La SEMARNAT emite una serie de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que regulan las emisiones de contaminantes provenientes de fuentes fijas y fuentes móviles; dichas normas están dirigidas a restringir a ciertos niveles las emisiones de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas, compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono. También establece la normatividad de la calidad ecológica de los combustibles en general y los requerimientos técnicos de los métodos empleados para medir los contaminantes más comunes en el aire. El proceso de elaboración y entrada en vigor de estas NOM se sujeta a lo establecido por la Ley Federal de Metrología y Normalización; en particular su proceso de elaboración debe pasar por una

serie evaluaciones y sanciones de los sectores afectados por su aplicación, los sectores sociales y los tres órdenes de gobierno.

El objetivo más amplio de las normas es el proteger la salud de la población y de los ecosistemas, regulando la calidad del aire de las cuencas atmosféricas por medio del establecimiento de límites de emisión de los contaminantes, siendo éstos más estrictos en aquellas zonas en donde ya existen problemas serios de contaminación.

Entre los atributos que se han considerado para las normas se busca que sean de aplicación generalizada, que establezcan límites basados en las características de los ecosistemas receptores y que abran una amplia gama de posibilidades para que se den cambios tecnológicos con un beneficio ambiental y a la vez para las actividades productivas.

1.3.2 Legislación Estatal

1.3.2.1 Constitución Política del Estado de San Luis Potosí

El artículo 15 es el que hace referencia al medio ambiente, cabe destacar que es un derecho de los habitantes del estado gozar de un ambiente sano, lo cual se logrará a través de los proyectos o actividades que en su ámbito de competencia implementen los municipios y el gobierno del estado. Los cuales considerarán fomentar la cultura de protección, mejoramiento y aprovechamiento de los recursos naturales.

1.3.2.2 Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí

La Ley contempla diversos artículos que están orientados a proteger la salud de la población mediante programas de coordinación entre los gobiernos.

Los artículos 1, 2, 7, 8 y 12, establecen las directrices para la aplicación de la política ambiental y la coordinación entre los órdenes de gobierno a nivel estatal y municipal y los instrumentos que se aplicarán para lograrla. Cabe destacar que es un derecho de los habitantes del Estado de San Luis Potosí gozar de un ambiente sano. Y que los programas que se desarrollarán en este marco deberán ser ejecutados para garantizar su aplicación.

En la Ley se incluye el Título Sexto, en el cual se trata De la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. En el capítulo primero de éste Título está elaborado para abordar las disposiciones para la Contaminación Atmosférica.

En los doce artículos del Capítulo se plasma desde las disposiciones que satisfará el estado, el tipo de emisiones consideradas para tal efecto incluyendo no sólo las de emisiones de contaminantes criterio si no que en la reforma a la misma ley en Julio de 2011 se incluye el tópico sobre cambio climático.

Se establecen las jurisdicciones de aplicación de la ley en el Estado de San Luis y los municipios que lo conforman.

Cabe destacar que el Capítulo considera las fuentes de emisiones antropogénicas (fuentes móviles: vehículos y transporte, fuentes de área: comercio y servicios y fuentes fijas: sector industrial) así como las naturales, dentro de éstas los incendios forestales, las áreas desprovistas de vegetación. También se considera desarrollar lineamientos para establecer la quema moderada de esquilmos, residuos sólidos municipales.

Dentro de los temas más importantes considerados en la Ley Estatal resaltan los siguientes:

- i. Llevar a cabo acciones de prevención y control de la contaminación del aire en zonas o fuentes emisoras
- ii. Convenir con quienes realicen actividades contaminantes para controlar, reducir o evitar las emisiones a la atmósfera, sin perjuicio de que se les requiera la instalación y operación de equipos de control, conforme a las normas aplicables, cuando se trate de actividades de jurisdicción estatal.
- iii. Integrar y mantener actualizados los inventarios de las diferentes fuentes de contaminación de la atmósfera.

- iv. Establecer y operar sistemas de verificación de emisiones de vehículos automotores en circulación, y sancionarán a los propietarios o poseedores de aquellos que no cumplan con las medidas de control dispuestas; en su caso, retirarán de la vía pública aquellos que rebasen los límites máximos permisibles que determinen los reglamentos y normas técnicas ecológicas correspondientes, así como los ostensiblemente contaminantes.
- v. Llevar un registro de los centros de verificación vehicular y mantendrán actualizado un informe de los resultados obtenidos en la medición de las emisiones contaminantes realizadas en dichos centros.
- vi. Promover el mejoramiento del transporte urbano y suburbano, la modernización del sistema mecánico de las unidades, así como de los vehículos de servicio público de propiedad particular.
- vii. Establecer y operar con el apoyo técnico en su caso de la federación, sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
- viii. Establecer requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público estatal y municipal; asimismo aplicarán las medidas de tránsito atinentes y en su caso, la suspensión de circulación en casos graves de contaminación
- ix. Emitir las disposiciones y establecerán las medidas tendientes a evitar la quema de cualquier tipo de residuo sólido o líquido, incluyendo basura doméstica, hojarasca, hierba seca, esquilmos agrícolas, llantas usadas, plásticos, lubricantes usados, solventes y otras; así como las quemas con fines de desmontes o deshierbe de terrenos;

- x. Tomar medidas preventivas para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica.
- xi. Formular y aplicar estrategias para la atención, prevención y adaptabilidad de los efectos del cambio climático, utilizando un enfoque precautorio.

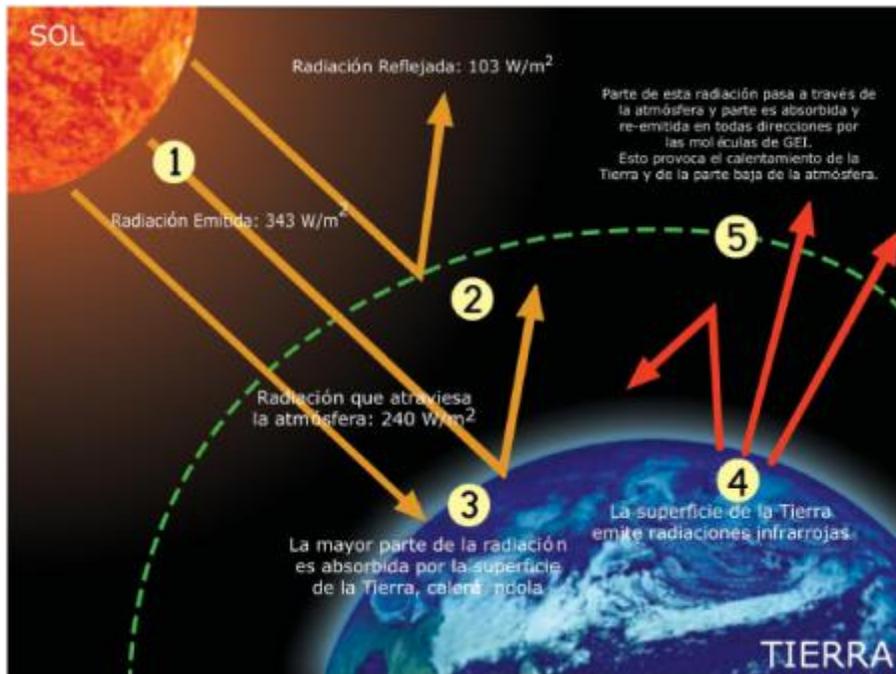
2. CAMBIO CLIMÁTICO

2.1 Efecto invernadero y cambio climático

Desde la Revolución Industrial, las actividades antropológicas (p. ej.: la quema de combustibles fósiles, la agricultura, la ganadería, la deforestación, los procesos industriales) han contribuido de forma importante a la emisión de estos gases denominados "gases de efecto invernadero". El dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), los clorofluorocarbonos (CFC's), los hidrofluorocarbonos (HCFC's), perfluorocarbonos (PFC's), el óxido nitroso (N_2O) y el hexafluoruro de azufre (SF_6), alteran los regímenes de temperatura, los ciclos agrícolas, la desertificación y el derretimiento de los casquetes polares provocando aumentos en los niveles del mar e inundando las regiones costeras, entre otros.

La acción de la radiación solar sobre la Tierra y su atmósfera se muestra en la siguiente figura:

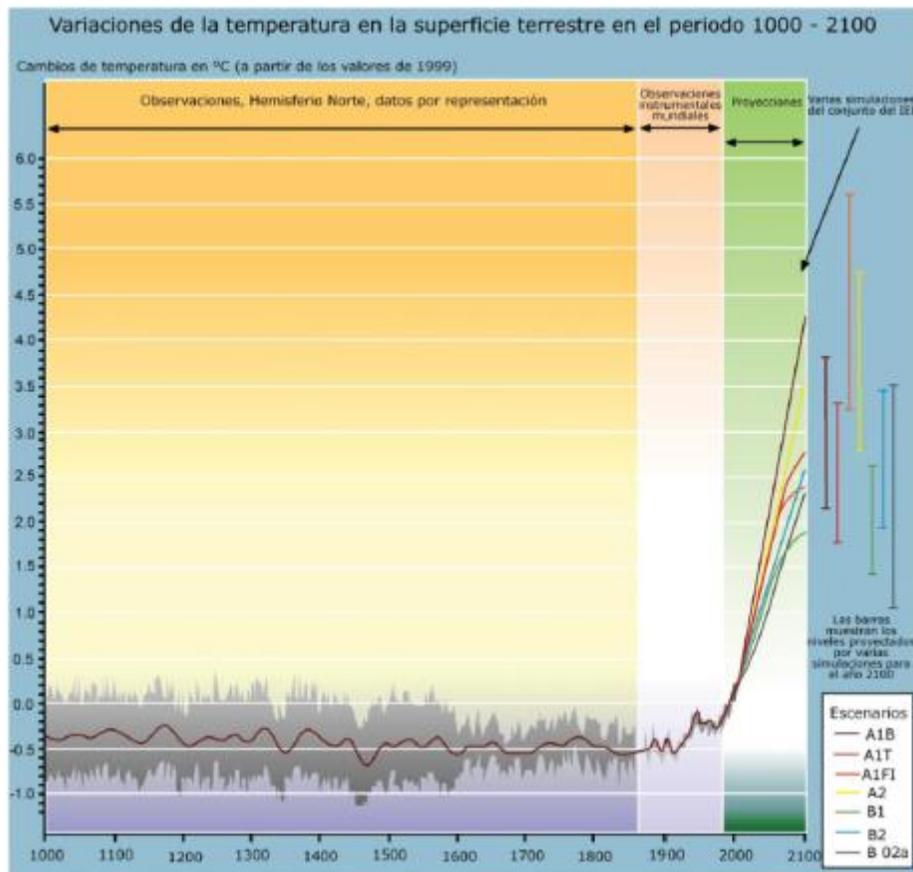
Figura 2.1 Esquema del mecanismo de efecto invernadero



Fuente: PNUMA. Cambio Climático Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. 2005.

Las evaluaciones más recientes (dadas a conocer en 2007) del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), indican que el incremento de la temperatura durante los últimos 100 años es alrededor de un grado centígrado (0.74°C), y que en los últimos cincuenta años ese incremento se aceleró lo que coincide con el crecimiento de la economía mundial (ver Figura 2.2).

Figura 2.2 Variaciones en la temperatura media de la superficie terrestre en el Hemisferio Norte.



Fuente: PNUMA. Cambio Climático Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. 2005

Si el ritmo de crecimiento de las emisiones continúa como hasta hoy en día, se estima que la temperatura media del planeta se incrementaría en alrededor de 3°C hacia el año 2,100.

2.2 Respuesta de la Comunidad Internacional

Ante la evidencia científica existente en la década de los 70's, se realizó la Primera Conferencia Mundial del Clima en 1979, donde se reconoció que los efectos por el aumento de la temperatura global debían ser controlados. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial crearon en 1988 el Panel

Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Los objetivos de esta organización están orientados a la evaluación de los efectos del cambio climático, sus impactos ambientales, económicos, sociales y las probables estrategias de respuesta. También han contribuido a reunir y sistematizar la evidencia científica en el tema de cambio climático para facilitar la creación de soluciones para contrarrestar un problema ambiental global. El IPCC ha sido un proveedor de información para los tomadores de decisión en las negociaciones para regular las emisiones con la participación de los países desarrollados y en vías de desarrollo.

2.2.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

En 1992 durante la Primera Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que formaba parte de un conjunto de acuerdos ambientales, incluidos en la Declaración de Río y la Agenda 21. La Convención Marco entró en vigencia en 1994 e incluyó cuatro principios para el tema del cambio climático:

- El cambio climático como un reto mundial común.
- Las responsabilidades comunes acordes al nivel de desarrollo de los países.
- Acciones precautorias para enfrentar los efectos y riesgos del cambio climático

- Equidad en las tareas de mitigación y adaptación, que incluye la transferencia de tecnologías limpias por parte de los países desarrollados a los menos desarrollados.

La Convención Marco fija las reglas para que la comunidad internacional conduzca los esfuerzos nacionales a reducir la emisión de gases de efecto invernadero con nuevas tecnologías más limpias y nueva evidencia científica.

De acuerdo al nivel de desarrollo de los países, estos se encuentran divididos por la Convención en dos grupos principales: Partes del Anexo I, Partes no incluidas en el Anexo I. Las obligaciones de las Partes del Anexo I, están enfocadas a presentar informes periódicos, denominados Comunicaciones Nacionales, en donde detallan las políticas y medidas que han implementado para mitigar el cambio climático. Les es requerida también la presentación de un inventario anual gases de efecto invernadero incluyendo su año base (1990, salvo en los países que cuenten con economías en transición) y todos los años posteriores al base.

Los países en desarrollo conforman las Partes no incluidas en el Anexo I. Estas Partes informan de forma más general sobre las medidas adoptadas para la mitigación y adaptación al cambio climático. También presentan Comunicaciones Nacionales e inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero en plazos menos estrictos ya que están sujetos a obtener financiación.

Existe también el Anexo II de la Convención Marco donde se encuentran incluidos actualmente 24 Partes del Anexo I. A estas Partes se les atribuyó la obligación de proporcionar recursos financieros adicionales, tecnologías limpias y capacitación a

los países en desarrollo con el fin de hacer frente al cambio climático.

2.2.2 **El Protocolo de Kioto**

Dos años y medio después de la creación de la Convención Marco, en 1997 durante la Conferencia de Partes 3 celebrada en Kioto, Japón, se firmó un acuerdo en el que se establecían compromisos en la reducción y limitación de la emisión de gases de efecto invernadero: el Protocolo de Kioto.

Entre los principales elementos del Protocolo se encuentran:

- Metas cuantitativas de emisión y compromisos generales.
- Implementación de políticas y medidas nacionales para el cumplimiento de los compromisos.
- Minimización de impactos para los países en desarrollo, además de la creación de un Fondo de Adaptación.
- Desarrollo de inventarios nacionales de emisiones para la integración de un sistema de información internacional.
- Sistema de aseguramiento del cumplimiento de los compromisos de las Partes.

Los seis gases incluidos en el Protocolo de Kioto deberían reducirse cuando menos en un 5% en 2012 sobre el año base 1990. Los gases de efecto invernadero cubiertos por el Protocolo de Kioto son:

- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido Nitroso (N₂O)
- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC's)

- Perfluorocarbonos (PFC's)
- Hexafloruro de azufre (SF₆)

En la Figura 2.3 se muestra información del tiempo de vida media de los gases considerados por el Protocolo de Kioto así como su potencial de calentamiento tomando como base el CO₂ con un potencial de 1.

Figura 2.3 Potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero

GAS	FUENTE EMISORA	PERSISTENCIA DE LAS MOLÉCULAS EN LA ATMÓSFERA (años)	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG CO ₂ = 1)
Dióxido de carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles, cambios de uso del suelo, producción de cemento	500	1
Metano (CH ₄)	Producción y quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos	7 - 10	21 - 23
Óxido Nitroso (N ₂ O)	Quema de combustibles fósiles, agricultura, cambios de uso de suelo	140 - 190	230 - 310
Clorofluorocarbonos (CFCs)	Refrigerantes, aerosoles, espuma plástica	65 - 110	6.200 - 7.100
Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Refrigerantes líquidos	12	1.300 - 1.400
Hexafloruro de azufre (SF ₆)	Aislantes eléctricos	3.200	23.900

Fuente: PNUMA. Cambio Climático Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. 2005.

De acuerdo a la evidencia científica internacional, se ha estimado que a los tres primeros gases se les atribuye el 50%, 18% y 6%, respectivamente del calentamiento global por las actividades antropológicas.

2.3 Efectos del Cambio Climático

La frecuencia de inundaciones y sequías se verán influidas por los cambios no homogéneos de la temperatura global, provocando grandes afectaciones como la migración y extinción de especies así como la disminución de ciertas actividades que dependen del clima como la agricultura. La magnitud de los impactos globales dependerá, de la tendencia de emisiones de gases de efecto invernadero y de las acciones que se establezcan para su mitigación. Las proyecciones de los escenarios arrojan los posibles efectos siguientes:

- Aumento de las temperaturas de entre 1°C y 6°C.
- Aumento del nivel de mar entre 10 cm y 90 cm.
- Cambios en los regímenes de precipitaciones.
- Aumento de periodos de sequía en algunas regiones.
- Aumento del riesgo de incendios de bosques.
- Pérdidas potenciales de ecosistemas, en áreas de montaña, humedales y zonas costeras.
- Alteraciones en los ciclos productivos de alimentos.
- Aumento del riesgo de daños resultantes de inundaciones, deslizamiento de suelos y otros eventos climáticos.
- Aumento de la presión sobre los sistemas públicos de salud por enfermedades.⁷

Generalmente los sectores más pobres son los más afectados por vivir en zonas más vulnerables y tener condiciones sanitarias más precarias, por lo tanto, cuentan con menos recursos para

⁷ Fuente: PNUMA. Cambio Climático Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. 2005

establecer medidas de adaptación a las nuevas condiciones de vida ocasionadas por el cambio climático.

2.4 Mitigación y Adaptación

2.4.1 Mitigación

El Protocolo de Kioto no prevé obligaciones específicas de mitigación para las Partes no incluidas en el Anexo I, pero incluye mecanismos para incentivar las acciones de mitigación en dichos países. La mitigación implica alteraciones en las actividades económicas diarias, para disminuir las emisiones y reducir efectos del cambio climático. Muchas de las acciones de mitigación se refieren al ahorro energético a través del uso eficiente de la energía. La conocida política de las tres R's (reducir, reutilizar y reciclar), contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, y es posible aplicarla en los distintos sectores:

- Edificios residenciales, comerciales e institucionales
- Transporte
- Industria
- Agricultura
- Manejo de residuos sólidos domiciliarios e industriales
- Producción de energía

Sin embargo, las acciones de mitigación requieren de la participación y concientización ciudadana acerca del cambio climático. Debe establecerse la cultura del ahorro energético al momento de adquirir nuevas tecnologías que ayuden a consumir menos electricidad.

2.4.2 **Adaptación**

Actualmente, las acciones para la adaptación a los efectos por el cambio climático no han sido objeto de tanta atención como las acciones de mitigación. Sin embargo, las acciones preventivas y reactivas de adaptación son de gran utilidad para reducir los impactos provocados por el cambio climático pero no evitarán el 100% de los efectos. En el caso de que los cambios climáticos sean graduales, la adaptación es más sencilla. En cambio, si las condiciones climáticas cambian más rápido que lo previsto, las posibilidades de adaptación son menores. Los costos asociados al desarrollo de medidas dirigidas a la adaptación tienen costos que ciertamente son menores que aquellos provocados por catástrofes ambientales. Es imperante entonces considerar las acciones de adaptación como medida precautoria para lo que se requiere:

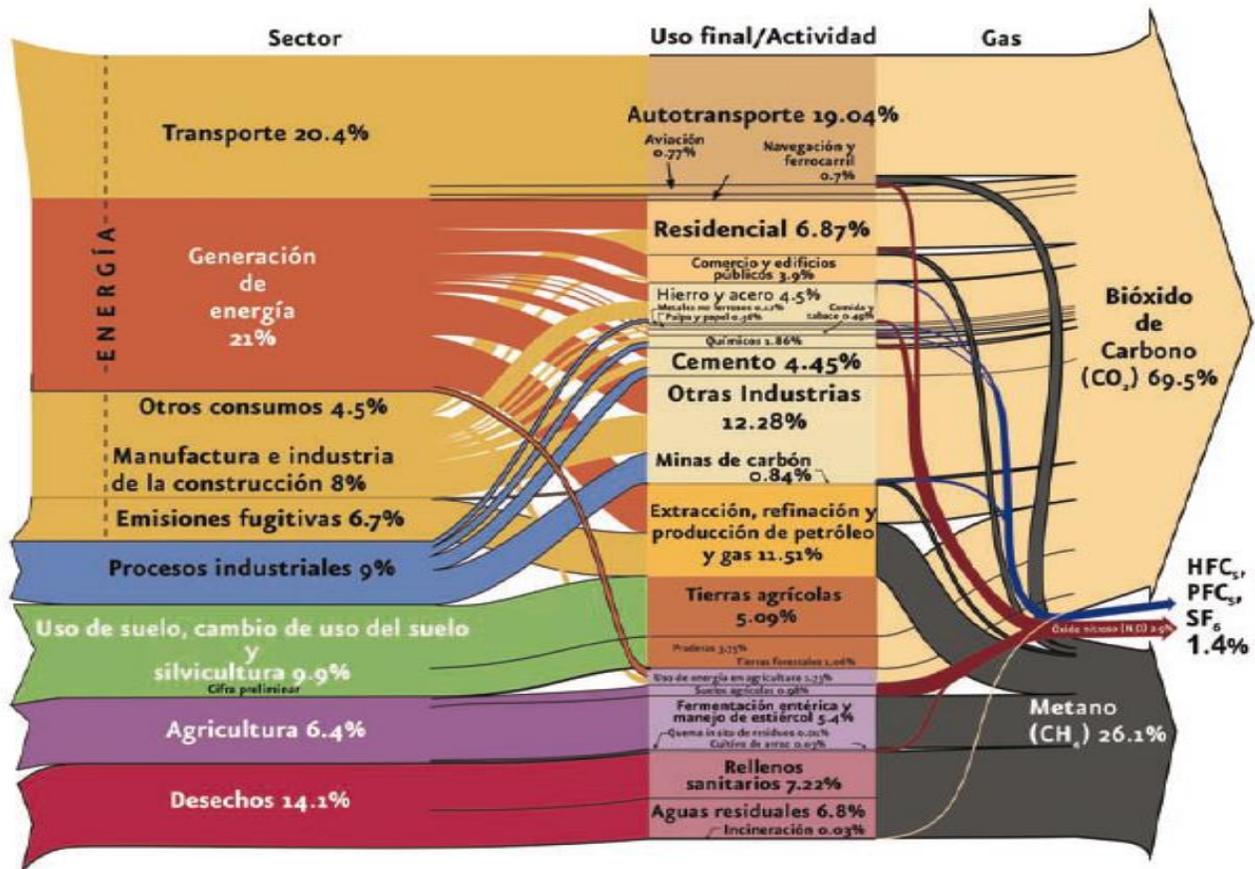
- Recursos financieros y transferencia de tecnología avanzada
- Intercambio de información
- Legislación ambiental eficiente
- Programas de educación y concientización
- Planificación de acciones a mediano y largo plazo

En cada país existe un grado distinto de capacidad de adaptación ante fenómenos climáticos como las inundaciones o intensas olas de calor. Es así como los programas de adaptación deben estar apoyados totalmente con decisiones políticas y con estudios de vulnerabilidad enfocados a promover el uso eficiente de los recursos.

2.5 Cambio Climático en México

2.5.1 Emisiones de gases de efecto invernadero en México

La utilización de combustibles fósiles en las diversas actividades antropogénicas, generan emisión de gases de efecto invernadero (en su mayoría CO₂ y CH₄) y provienen principalmente del autotransporte (19.04%), el uso residencial (6.87%) y otras industrias (12.28%) (Ver Figura 2.4).



Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (1990-2006).

México contribuye con alrededor del 1.6%⁸ a las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial ocupando el lugar número 13. Durante el periodo 1990-2002, dichas emisiones se estimaban en 5.4 tCO_{2eq}/habitante. En el año 2006, las emisiones per cápita de México, ascendieron a 6.2 tCO_{2eq}/habitante ⁹.

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2006, las emisiones dióxido de carbono equivalente (CO_{2 eq}) para México fueron de 709,005 Gg en 2006. La emisión de CO_{2 eq} por sector es la siguiente: desechos 14.1% (99,627.5 Gg); uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, 9.9% (70,202.8 Gg), procesos industriales 9% (63,526 Gg), agricultura 6.4% (45,552.1 Gg), y energía 60.7% (430,097 Gg). Para el periodo de este Inventario, el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero fue de aproximadamente 40%, lo que significa una tasa media de crecimiento anual de 2.1%.

2.5.2 **Acciones del Gobierno federal**

2.5.2.1 **Comisión Intersecretarial de Cambio Climático**

En el Diario Oficial de la Federación se publicó el 25 de abril de 2005¹⁰ la creación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) que fue asignada con las tareas de identificar oportunidades, facilitar, promover, difundir, evaluar y, en su caso, aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de

⁸ Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. 2009

⁹ SEMARNAT. México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 2009

¹⁰ Diario Oficial de la Federación. 25 de abril de 2005

gases de efecto invernadero. La Comisión está integrada por los titulares de las Secretarías de Relaciones Exteriores; Desarrollo Social; Medio Ambiente y Recursos Naturales; Energía; Economía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y Comunicaciones y Transportes.

En noviembre de 2006, la CICC publicó el documento "Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática" (HENAC), que sirvió de base para formular la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) presentada el 25 de mayo 2007.

2.5.2.2 Estrategia Nacional de Cambio Climático

Presentada en 2007, la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) incluye:

- Identificar oportunidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación.
- Reconocer la vulnerabilidad de los respectivos sectores y áreas de competencia e iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de respuesta y adaptación.
- Proponer líneas de acción, políticas y estrategias, que sirvan de base para la elaboración de un Programa Especial de Cambio Climático que se inscribiría en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.¹¹

2.5.2.3 Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012

¹¹ Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Síntesis Ejecutiva de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.2007

El Programa Especial de Cambio Climático (PECC) se basa en la ENACC presentada en 2007. El PECC a través de sus 105 objetivos y 294 metas, concreta y desarrolla las orientaciones contenidas tanto en la ENACC como en los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND). El PECC incluye acciones en materia de comunicación social, educación y capacitación, investigación y desarrollo, gestión de riesgos y planes y programas estatales. Además contiene los objetivos, estrategias y líneas de acción para la política exterior de México en materia de cambio climático global, y explica la posición de México en las negociaciones internacionales que habrán de conducir al diseño y establecimiento de las acciones para el régimen climático internacional después de 2012. Los estados, municipios y de la sociedad civil, juegan un papel primordial en la ampliación de los alcances del PECC.

2.5.3 **Mitigación**

Se espera una reducción emisiones anuales en 2012 de 51 millones de tonCO_{2eq} con respecto a la línea base (786 MtCO_{2eq} en 2012) de llevarse a cabo las estrategias y acciones del PECC orientadas a los sectores de generación y uso de energía, agricultura, bosques y otros usos del suelo, y desechos. En el sector de generación de energía se espera la reducción de 2.23 MtCO_{2eq} (4.4%); en el uso de energía, la reducción estimada es de 1.57 MtCO_{2eq} (3.1%); en agricultura, bosques y otros usos del suelo es de 2.55 MtCO_{2eq} (5%); mientras que en la categoría de desechos se espera reducir 1.02 MtCO_{2eq} (2.0%)¹².

¹²¹³ Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012.

2.5.4 **Adaptación**¹³

El Gobierno de México considera que las tareas de adaptación al cambio climático, centradas en la reducción de la vulnerabilidad del país frente al mismo, son de alta prioridad. En algunos casos, sobre todo en los sectores relacionados con la gestión del uso del suelo, las medidas de adaptación pueden coincidir con las de mitigación. Abordar los objetivos de fortalecimiento de capacidades de personas, sus bienes, de infraestructura y de los ecosistemas conlleva una oportunidad para alinear las políticas públicas en materia de adaptación.

También identifica la necesidad de desarrollar una gestión integral de riesgos, en particular de aquellos relacionados con fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Para afrontar con eficacia el cambio climático se requiere priorizar, al más alto nivel, las políticas públicas de mitigación y adaptación en todos los órdenes de gobierno, con el apoyo y la participación activa de la sociedad civil. La ubicación geográfica de México, sus condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas contribuyen a que el país esté expuesto a eventos hidrometeorológicos extremos con efectos graves principalmente en las zonas costeras, áreas inundables y laderas de montaña. Además, el cambio climático desencadenará procesos que disminuirán la humedad en suelos que conducirá a un descenso de la productividad agrícola y a una intensificación de los procesos de desertificación y degradación de tierras. Se encuentran en proceso de elaboración

diversos estudios que arrojarán información sobre las opciones y costos de adaptación en México. Sin embargo en el PECC ya se encuentran esbozados los objetivos para promover la integración de criterios de prevención ante desastres y de adaptación de largo plazo ante el cambio climático en las políticas de población, para reducir la exposición a riesgos, particularmente por eventos hidrometeorológicos extremos.

3. CALIDAD DEL AIRE

3.1 Normatividad ambiental en materia de calidad del aire

De acuerdo a la LGEEPA un contaminante es toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

La importancia relativa de los contaminantes se debe tanto a la frecuencia con que se presentan en el aire ambiente como a las concentraciones en que se hallan. Las dos categorías básicas de contaminantes son la de contaminantes criterio y contaminantes no criterio:

Contaminantes Criterio. Se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó de esta manera porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en Estados Unidos con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. Actualmente el término se aplica en muchos países, y son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), las partículas (PST, PM₁₀, PM_{2.5}) y el plomo (Pb).

Contaminantes No Criterio. Todos los demás contaminantes se consideran como no criterio. Entre ellos destacan los gases de efecto invernadero y los contaminantes tóxicos.

Para cada contaminante criterio se han desarrollado guías y normas. Las guías son recomendaciones que establecen los niveles

de exposición a contaminantes atmosféricos, a fin de reducir los riesgos o proteger de los efectos nocivos. Las normas establecen las concentraciones máximas de los contaminantes atmosféricos que se permiten durante un período definido, estos valores límite son diseñados con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente.

En México, la Secretaría de Salud es la responsable de evaluar la evidencia de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud y de establecer los límites permisibles de concentración de los contaminantes en la atmósfera. Existen Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire para las partículas (PST, PM₁₀ y PM_{2.5}), el O₃, el CO, el SO₂ y el NO₂. En la Tabla 3.1 se presentan los valores, el tiempo promedio y la frecuencia máxima aceptable de los contaminantes normados, así como la NOM que los rige y su fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

Tabla 3.1 Valores normados para los contaminantes del aire en México¹⁴.

Contaminante	Norma	Valores de Concentración Máxima		
		Exposición Aguda		Exposición Crónica*
		Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-1993	0.110 ppm (1 h)	No se permite ¹	NA
		0.08 ppm (8 h)	4 veces al año	NA
Monóxido de carbono	NOM-021-SSA1-1993	11.00 ppm (8 h)	1 vez al año	NA

¹⁴ <http://www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/mj/documentos/nom9.htm>

Contaminante	Norma	Valores de Concentración Máxima		
		Exposición Aguda		Exposición Crónica*
		Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio
(CO)				
Dióxido de azufre (SO ₂)	NOM-022-SSA1-2010	0.200 ppm 524 µg/m ³ (8 h)	1 vez al año	0.025 ppm 66 µg/m ³ (media aritmética anual)
		0.110 ppm 288 µg/m ³ (24 h)	2 veces al año	
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm (1 h)	1 vez al año	NA
Partículas suspendidas totales (PST)	NOM-025-SSA1-1993	210 µg/m ³ (24 h)	2% de las mediciones de 24 horas al año ²	NA ³
Partículas fracción gruesa (PM ₁₀)	NOM-025-SSA1-1993	120 µg/m ³ (24 h)	2% de las mediciones de 24 horas al año ²	50 µg/m ³ (media aritmética anual)
Partículas fracción fina (PM _{2.5})	NOM-025-SSA1-1993	65 µg/m ³ (24 h)	2% de las mediciones de 24 horas al año ²	15 µg/m ³ (media aritmética anual)

Fuente: Valores publicados en el Diario Oficial de la Federación (1994, 2005 y 2010).

- NOTAS:
- ppm: partes por millón
 - µg/m³: microgramos por metro cúbico
 - NA: No aplica
 - (*) Para protección de la salud de la población susceptible
 - (1) De acuerdo a la modificación a la norma de ozono en el año 2002
 - (2) El percentil 98 es el valor que indica que se permite que de los valores de 24 horas se rebasen el 2% de acuerdo al numeral 5.4.3 de la modificación de la norma de partículas publicada en 2005
 - NA³ No aplica de acuerdo al artículo tercero dentro de los transitorios en la modificación de norma de partículas publicada en 2005 en el cual se cancela la NOM-024-SSA1-1993

3.2 Monitoreo de Calidad del Aire

En las últimas décadas se ha tenido una preocupación creciente por los efectos de la contaminación del aire en la salud humana y el ambiente. La presión social junto con una legislación más rigurosa, requieren de información actualizada y confiable sobre la calidad del aire. El monitoreo es necesario para identificar y evaluar los problemas de la calidad del aire, que junto con los modelos de predicción y los inventarios de emisiones, forma parte de las herramientas de gestión de la calidad del aire.

Uno de los propósitos del monitoreo atmosférico es el de proveer la información necesaria a fin de evaluar la calidad del aire de cada región y sus tendencias, como un instrumento para desarrollar estrategias de prevención y control, planes de manejo de la calidad del aire y políticas ambientales, entre otras aplicaciones.

3.2.1 Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire del Estado de San Luis Potosí

La ciudad de San Luis Potosí cuenta con cuatro estaciones de monitoreo atmosférico, tres de tipo fijo y una móvil, mismas que se encuentran equipadas como se señala en la tabla 3.2. La estación de monitoreo IPAC opera desde 2006; la unidad móvil, UMO, opera como fija en la Facultad de Psicología a partir de noviembre de 2008; la estación DIF está fuera de operación, debido a que los equipos de medición que integran la estación tienen más de 10 años de antigüedad pero ya se está buscando su rehabilitación. La más reciente adquisición es la estación Biblioteca (BIB), que desde 2012 se encuentra funcionando; sin embargo, el equipo no está calibrado, por tal motivo no se considera la información en el presente análisis.

Tabla 3.2 Ubicación geográfica y estatus de las estaciones de monitoreo.

Estación	Clave	Estatus	Ubicación	Coordenadas
IPAC	IPAC	Inicio de operación 2006, Actualmente en operación	Amado Nervo No. 316, Col. Jardines de Tequisquiapan, San Luis Potosí, SLP. C.P. 78250	Latitud 22°9'4.86" Longitud 100°59'46.22"
DIF	DIF	Inicio de operación 2006 Actualmente sin operación	Xicoténcatl esq. De las Artes. Col. Ricardo Flores Magón, San Luis Potosí, SLP. C.P. 78250	Latitud 22°7'54.33" Longitud 100°58'36.90"
Biblioteca	BIB	Inicio de operación 2012 En operación pero con equipo no calibrado	Calle 3 No. 805 Int. C. Col. Industrial de Aviación. C.P. 78140	Latitud 22°10'26.34" Longitud 100°59'37.75"
Facultad Psicología	UMO	Unidad Móvil Inicio de operación 2008 Actualmente en operación	Carretera Central San Luis Potosí, México, km 424.5. Col. El paseo San Luis Potosí, SLP. C.P. 78494	Latitud 22°8'39.86" Longitud 100°56'53.09"

Fuente: Elaboración propia, con información consultada en http://sinaica.ine.gob.mx/rama_slp.html, el 15 de noviembre de 2012

El Sistema de Medición de Calidad del Aire se encuentra a cargo del gobierno del estado, a través de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental (SEGAM). La ubicación de las estaciones se muestra en la figura 3.1.

Figura 3.1 Ubicación de las estaciones de monitoreo en el municipio de San Luis Potosí.



Fuente: http://sinaica.ine.gob.mx/rama_slp.html, consulta del 15 de noviembre de 2012.

Los parámetros que se miden en las estaciones de monitoreo atmosférico de San Luis Potosí son los siguientes:

Tabla 3.3 Parámetros registrados

Estación	O ₃	NO ₂	SO ₂	CO	PM ₁₀	VV	DV	TMP	HR	PP	RS	PB
IPAC	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
DIF	•	•	•									
Biblioteca	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Facultad Psicología	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Fuente:

Elaboración propia, con información consultada en http://sinaica.ine.gob.mx/rama_slp.html, el 15 de noviembre de 2012.

3.2.2 Información de las estaciones de monitoreo operadas por la SEGAM

Los datos confiables generados en el periodo de 2010 a 2012 fueron insuficientes, principalmente en el año en el año 2012 en el que entró en operación la estación BIB, lo cual se considera normal dado que el sistema de monitoreo atmosférico tarda en estabilizar su operación durante varios meses, debido a problemas relacionados con la calibración y la capacitación de los operadores.

En los años 2010 y 2011, las estaciones que tuvieron suficiencia de datos (igual o mayor al 75%) para los diferentes parámetros fueron; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** las estaciones: IPAC para ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y partículas suspendidas totales y la estación UMO para ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas suspendidas totales.

El caso más extremo en cuanto a insuficiencia de datos (igual o menor al 30%) fue la estación BIB en el año 2012 que registró valores de SO₂ completamente fuera del rango de la detección del equipo y por tal motivo no cumple con la cantidad de datos necesarios mínimos en ninguno de los parámetros.

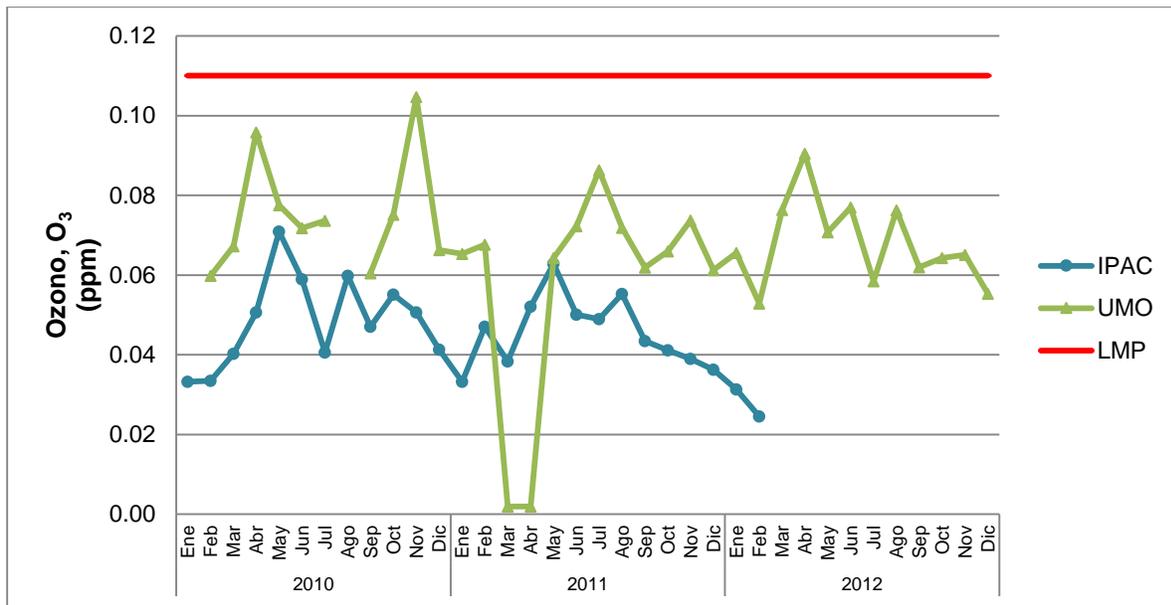
3.2.3 **Tendencias de datos de calidad del aire**

La información de calidad del aire recopilada de las estaciones de monitoreo, fue revisada y validada con base en lo establecido en la Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire. Cabe destacar que para este análisis se utilizaron los datos de los días que contaron con un porcentaje de validación igual o mayor al 50%.

3.2.2.1. **Ozono**

La concentración de este contaminante en el periodo 2010 a 2012 no presentó valores superiores a la norma en dos de las tres estaciones que operan. El valor máximo registrado, de acuerdo con la figura 3.2, fue en la estación UMO en noviembre del 2010, 9% menor que el límite máximo permisible, (LMP, 0.104 ppm).

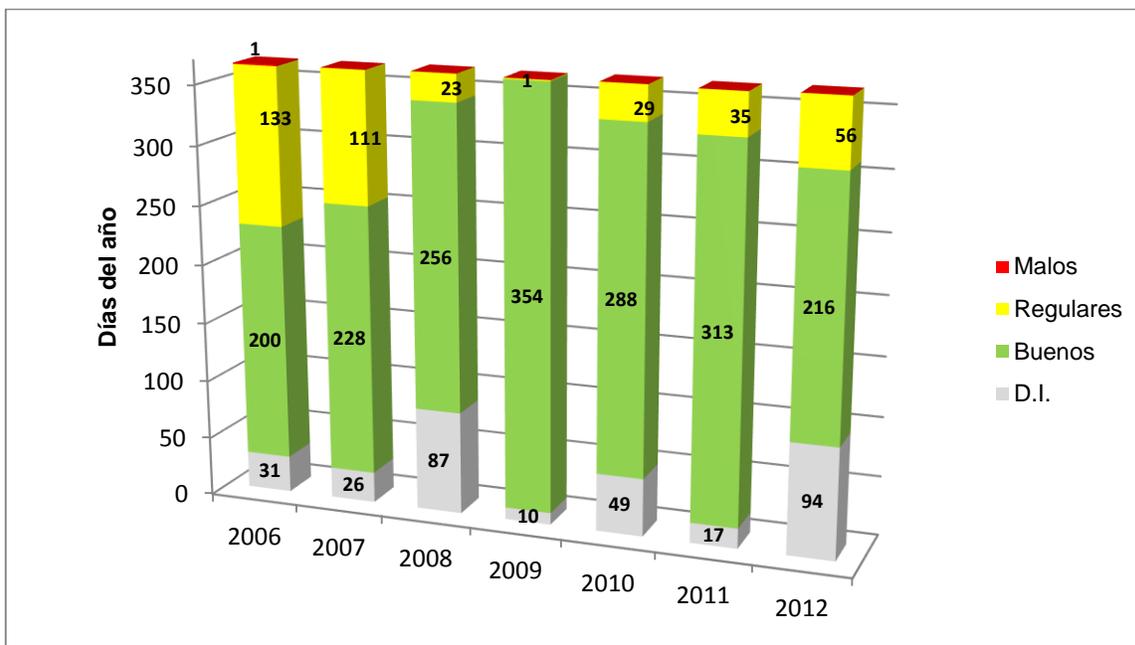
Figura 3.2 Valores máximos mensuales de promedio diario de O₃.



Fuente: SEGAM, 2012.

En la figura 3.3 se puede observar que en los años analizados predominaron los días con una buena calidad del aire (verde). Destaca el año 2009 ya que obtuvo el máximo de días buenos (97% de los días) y únicamente el 0.3% de días regulares; en contraparte, en el año 2006 se registraron 57% de días buenos, 36% de días regulares (amarillo) y 0.4% de días con mala calidad del aire (rojo). Por otro lado, el año 2012 registró el mayor número de días con datos insuficientes.

Figura 3.3 Días buenos, regulares y malos de O₃.

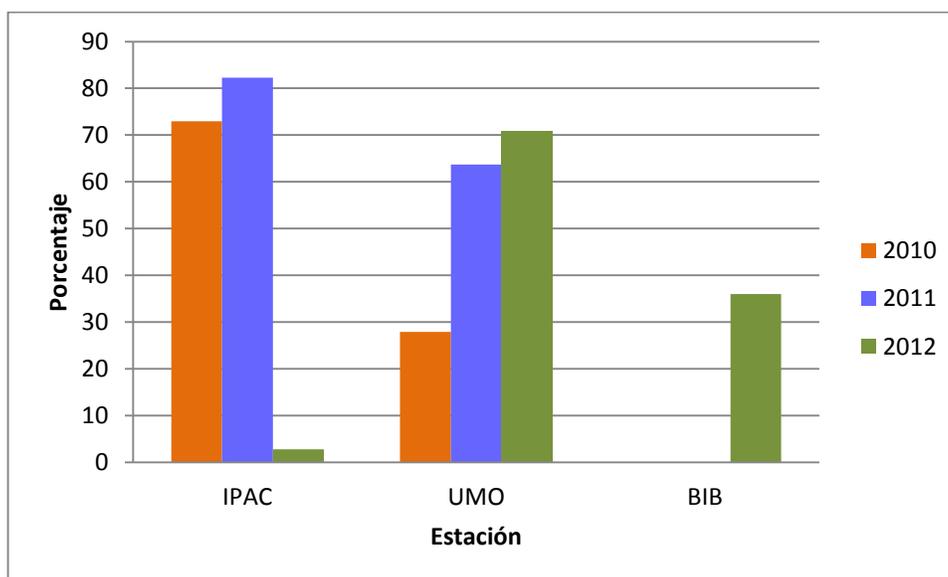


Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT con datos del INECC 2011.

Nota: Las tendencias del 2006-2009 corresponden sólo a la estación IPAC.

En lo general ninguna de las estaciones cumple con el porcentaje de datos válidos requeridos por la norma. En este sentido, la estación IPAC es la que cuenta con el mayor porcentaje de datos validados (ver Figura 3.4 y Tabla 3.4).

Figura 3.4 Porcentaje de datos válidos de ozono por estación.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT con datos de la SEGAM 2012.

Tabla 3.4 Información anual de ozono por estación.

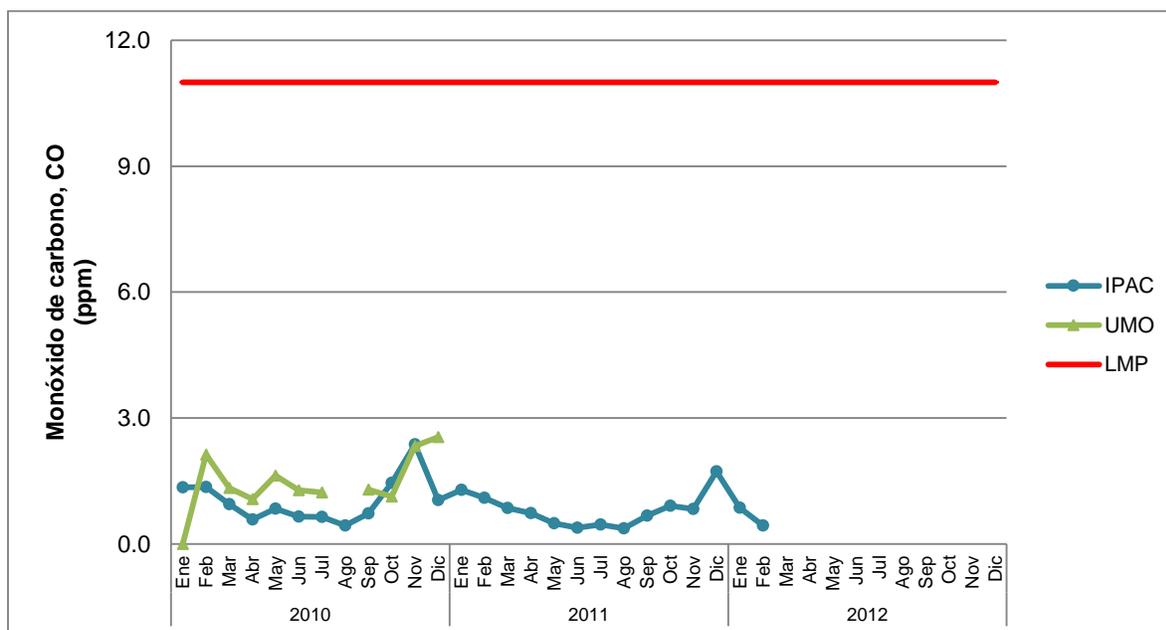
Estaciones/Indicadores	IPAC			UMO			BIB		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Suficiencia de datos (%)	72.93	82.29	2.77	27.85	63.69	70.84	-	-	35.96
Máximos (ppm)	0.07	0.06	0.03	0.10	0.08	0.09	-	-	0.18
Cumple con la NOM	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-	-	No

Fuente: SEGAM, 2012.

3.2.2.2. Monóxido de carbono

Respecto a la concentración de este contaminante se tuvo que todas las estaciones registraron valores por debajo del límite normado. De acuerdo a la figura 3.5, se muestra que la estación IPAC fue la que reportó el valor máximo en diciembre de 2010, el cual fue 77% menor que el LMP.

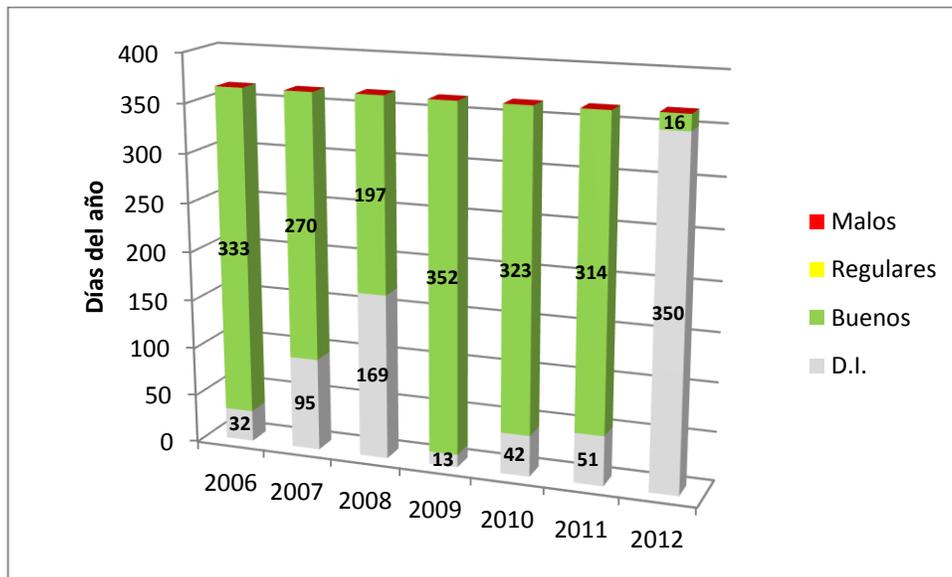
Figura 3.5 Valores máximos mensuales de promedio diario de CO.



Fuente: SEGAM, 2012.

En la figura 3.6 se muestra que la zona metropolitana ha tenido buena calidad del aire (verde) con respecto al CO durante el periodo analizado. El año 2009 registró el máximo de días buenos con el 96%, caso contrario se presentó en el año 2012 en el que no fue posible determinar la calidad del aire en la estación por la insuficiencia de datos.

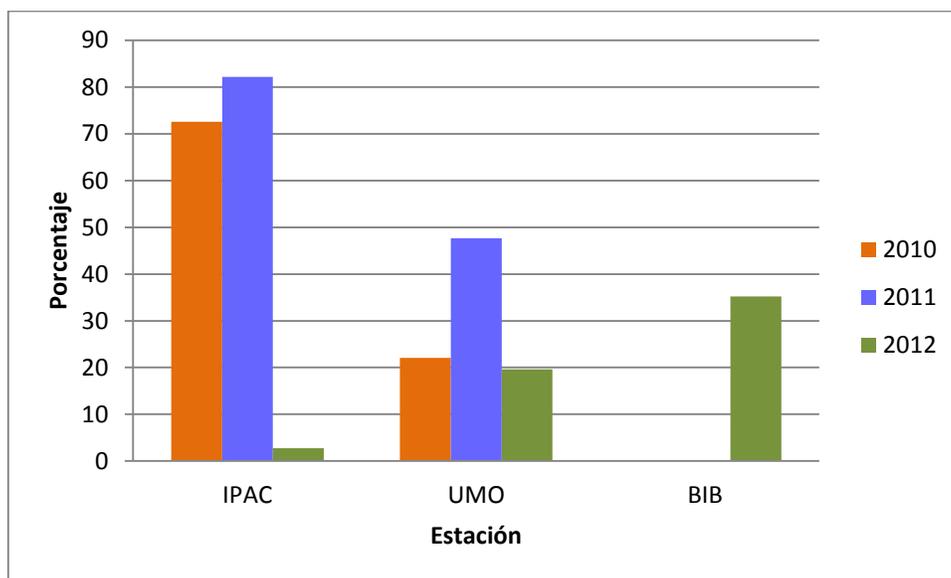
Figura 3.6 Días buenos, regulares y malos de CO.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT, con datos del INECC 2011.

Tal como lo muestra la Figura 3.7 la estación IPAC fue la única que mantuvo el porcentaje más alto de datos validados (ver Tabla 3.5).

Figura 3.7 Porcentaje de datos válidos de CO por estación.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT, con datos de la SEGAM 2012.

Tabla 3.5 Información anual de CO por estación.

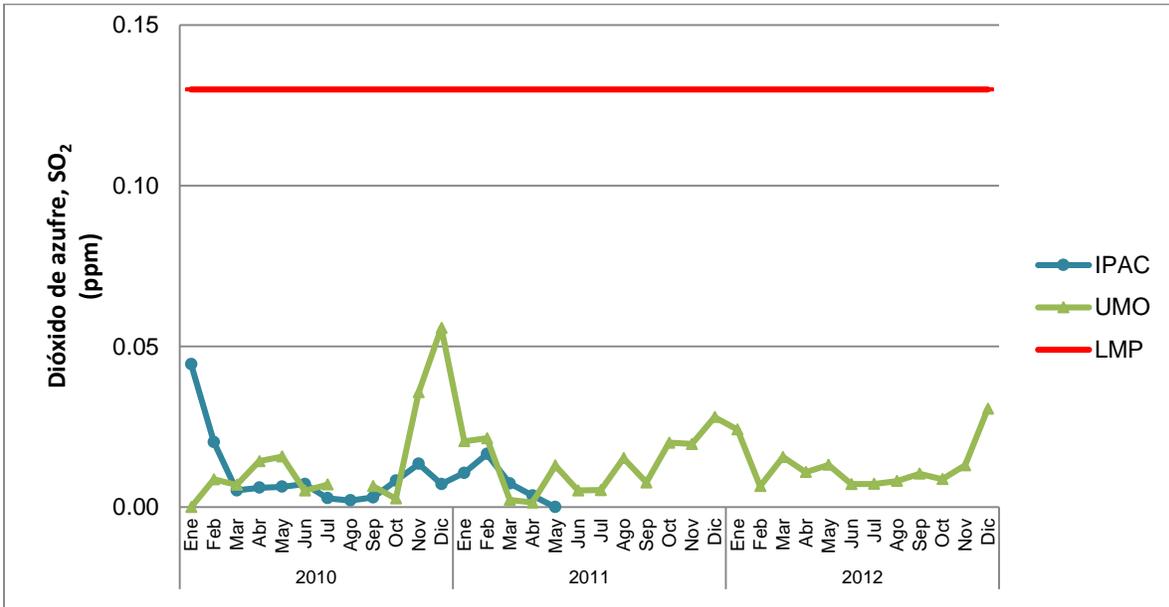
Estaciones/Indicadores	IPAC			UMO			BIB		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Suficiencia de datos	72.5	82.1	2.7	22.0	47.6	19.5	-	-	35.1
	7	8	7	9	5	9	-	-	8
Máximos (ppm)	2.33	1.73	0.8	2.33	0.0	0.0	-	-	3.40
			7						
Cumple con la NOM	SI	Si	Si	Si	Si	Si	-	-	Si

Fuente: SEGAM, 2012.

3.2.2.3. Dióxido de azufre

Para la concentración de este contaminante las estaciones IPAC y UMO registraron valores por debajo del límite normado. En este sentido, la Figura 3.8 muestra que la estación UMO fue la que reportó las mayores concentraciones durante los tres años de análisis, su valor máximo mensual lo presentó en diciembre del 2010, el cual fue un 42% menor al LMP (0.05 ppm).

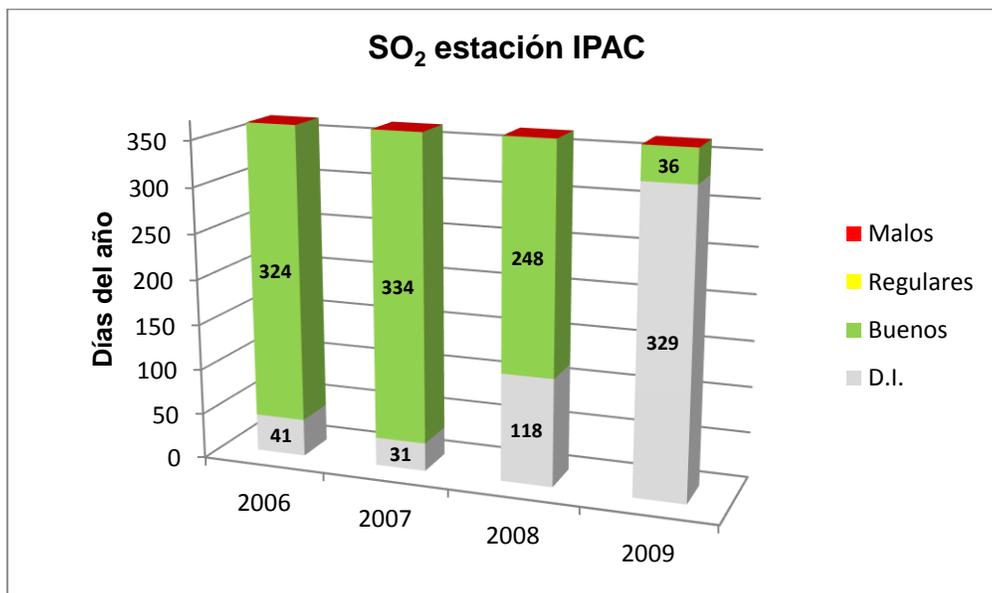
Figura 3.8 Máximo mensual de promedio diario de SO₂.



Fuente: SEGAM, 2012.

En la figura 3.9 se observa que predominan los días con buena calidad del aire con respecto al SO₂ y no se registraron días regulares (amarillo). Sin embargo, destaca cómo se ha incrementado a lo largo del tiempo la cantidad de días con datos insuficientes para estimar el indicador, hasta llegar prácticamente al 90% en 2009.

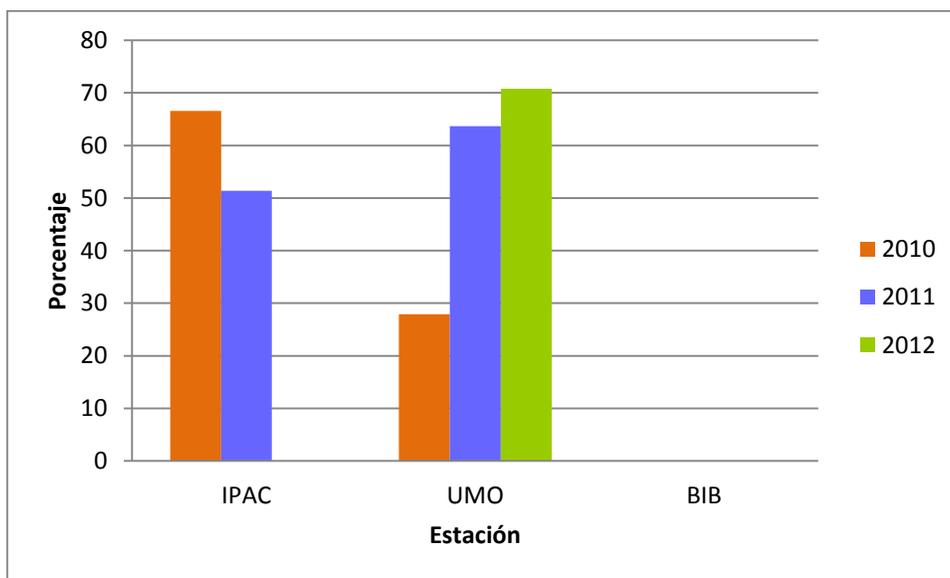
Figura 3.9 Días buenos, regulares y malos de SO₂.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT, con datos del INECC 2011.

Como en los casos anteriores, ninguna de las estaciones cumplió con el criterio de datos válidos. Sin embargo, la estación UMO en el año 2012 fue la única que obtuvo el mayor porcentaje de éstos (ver Figura 3.10 y Tabla 3.6).

Figura 3.10 Porcentaje de datos válidos de SO₂ por estación.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT, con datos de la SEGAM 2012.

Tabla 3.6 Información anual de SO₂ por estación.

Estaciones/Indicadores	IPAC			UMO			BIB		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Suficiencia de datos	66.55	51.36	0.00	27.88	63.66	70.84	-	-	0.0
Máximos (ppm)	0.04	0.01	0.00	0.05	0.02	0.03	-	-	3.33
Cumple con la NOM	Si				Si	Si	-	-	No

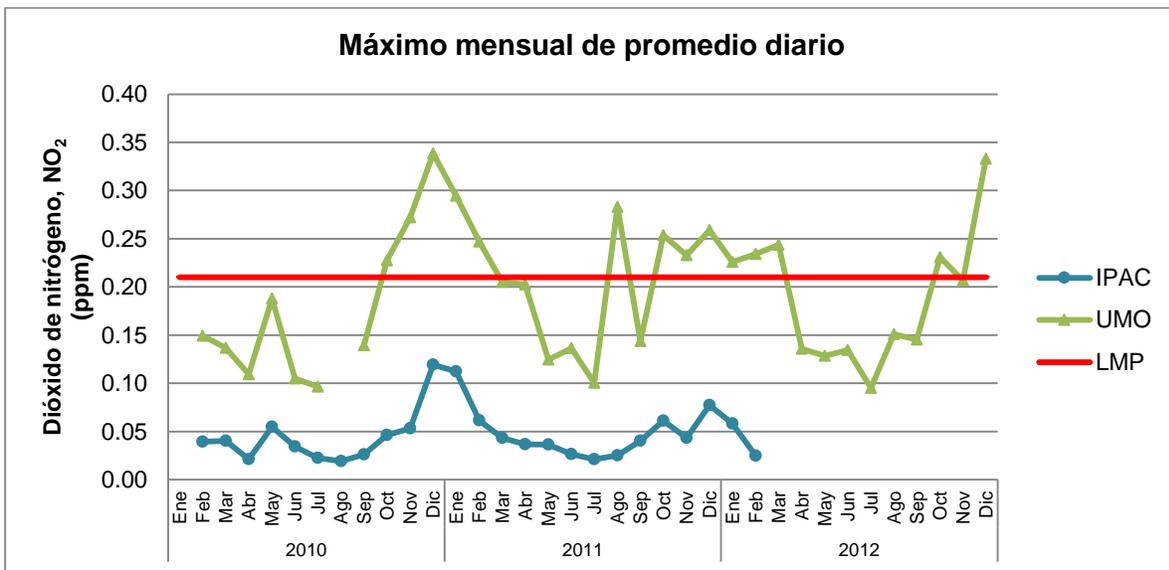
Fuente: SEGAM, 2012.

Nota: Los datos en la estación BIB no son considerados por estar fuera del rango de detección del equipo.

3.2.2.4. Dióxido de nitrógeno

Para este contaminante se registraron valores superiores al valor normado. En la Figura 3.11 se puede observar que la estación UMO fue la que registró las excedencias en repetidas ocasiones. Asimismo, se aprecia que la estación IPAC registró valores por debajo del LMP.

Figura 3.11 Máximo mensual de promedio diario de NO₂.

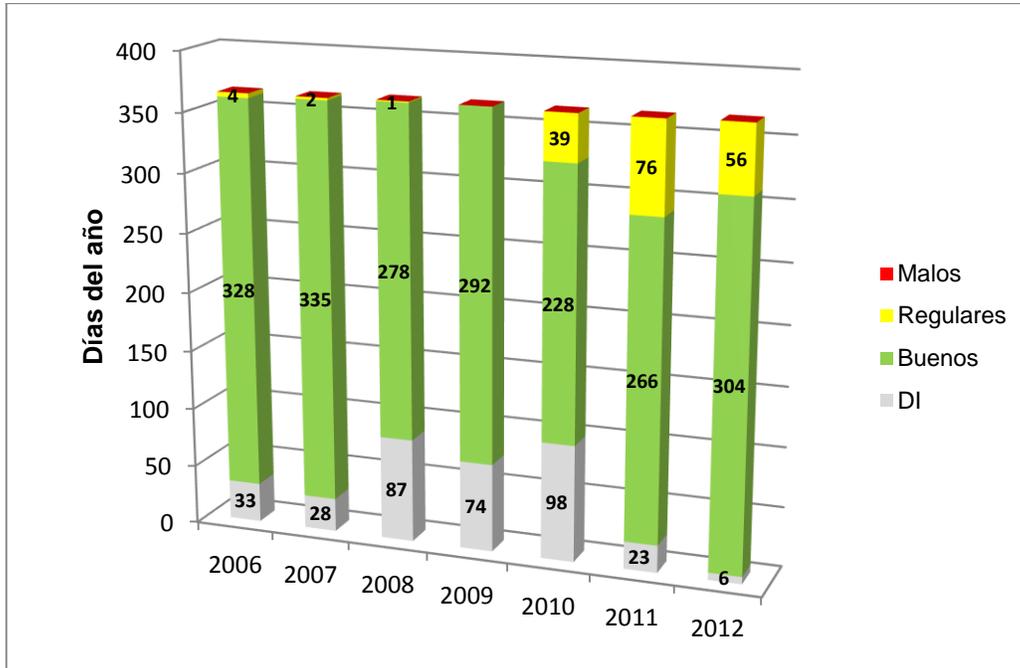


Fuente: SEGAM, 2012.

Con respecto al NO₂, en la figura 3.12 se observa que predominan los días con calidad buena, sin embargo en el año 2011 se registró el 21% de los días con la calidad del aire regular;

asimismo, el registro de estos días ha sido constante en los últimos tres años.

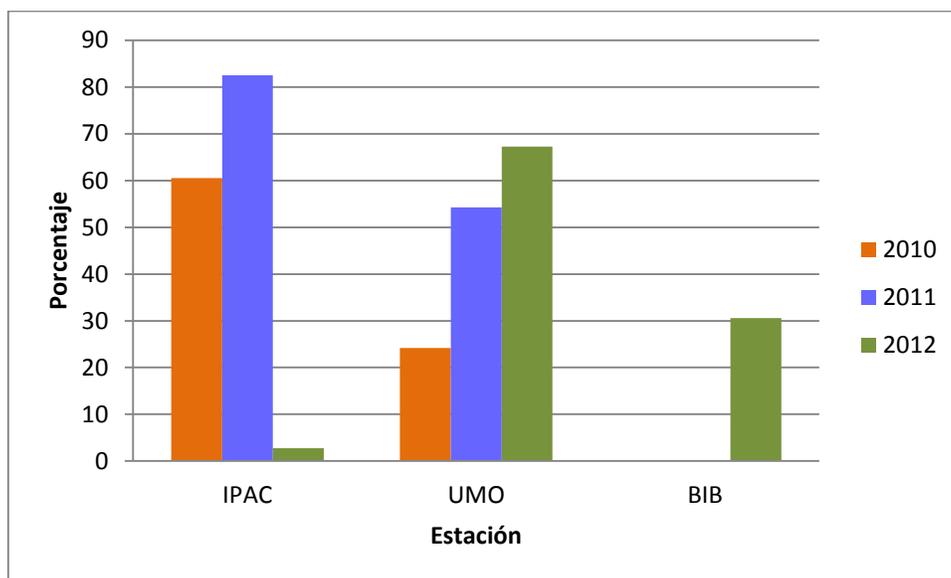
Figura 3.12 Días buenos, regulares y malos de NO₂.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT, con datos del INECC 2011.

Como lo muestra la Figura 3.13, ninguna de las estaciones cumplió con el criterio de datos válidos; sin embargo, la estación IPAC presentó el mayor porcentaje en el año 2011.

Figura 3.13 Porcentaje de datos válidos de NO₂ por estación.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT con datos de la SEGAM 2012.

Tabla 3.7 Información anual de NO₂ por estación.

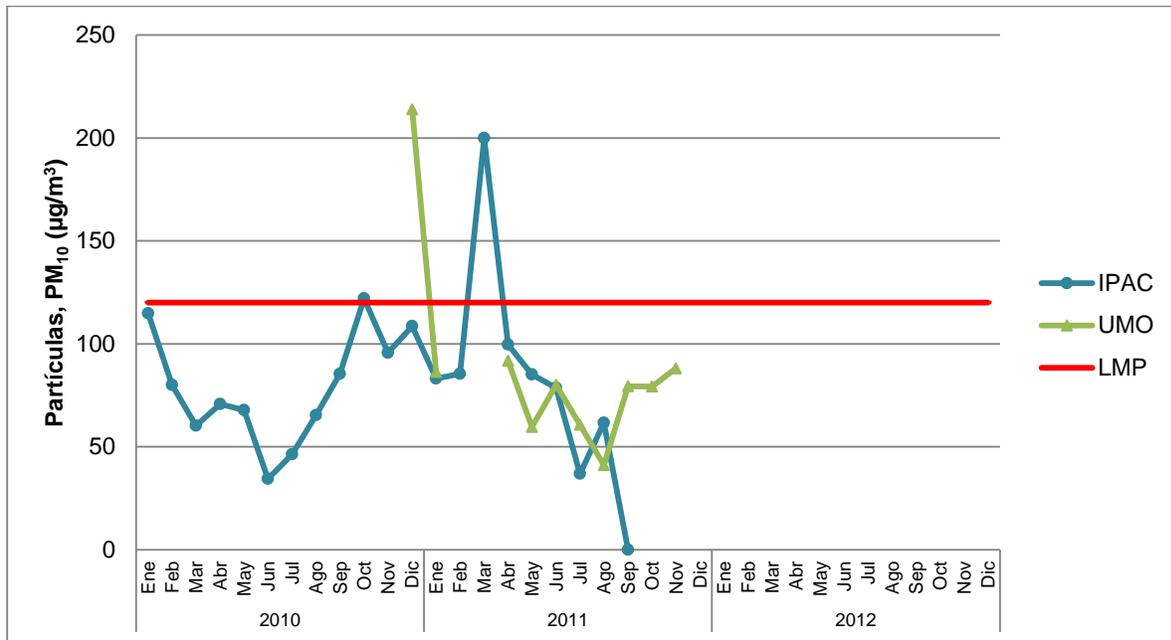
Estaciones/Indicadores	IPAC			UMO			BIB		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Suficiencia de datos	60.5	82.5	2.7	24.1	54.2	67.2	-	-	30.6
	3	5	7	9	6	7	-	-	1
Máximos (ppm)	0.12	0.07	0.0	0.34	0.29	0.33	-	-	0.01
			6						
Cumple con la NOM	Si	Si	Si	No	No	No	-	-	Si

Fuente: SEGAM, 2012.

3.2.2.5. Partículas

La concentración de este contaminante en el periodo analizado registró valores superiores al LMP. De acuerdo a la Figura 3.14 se aprecia que las estaciones IPAC y UMO presentaron excedencias a la norma en el mismo año ya que para la estación IPAC su valor máximo se registró en marzo de 2011, mientras la estación UMO lo presentó en enero de 2011 con un 77% y 67% superior al LMP, respectivamente.

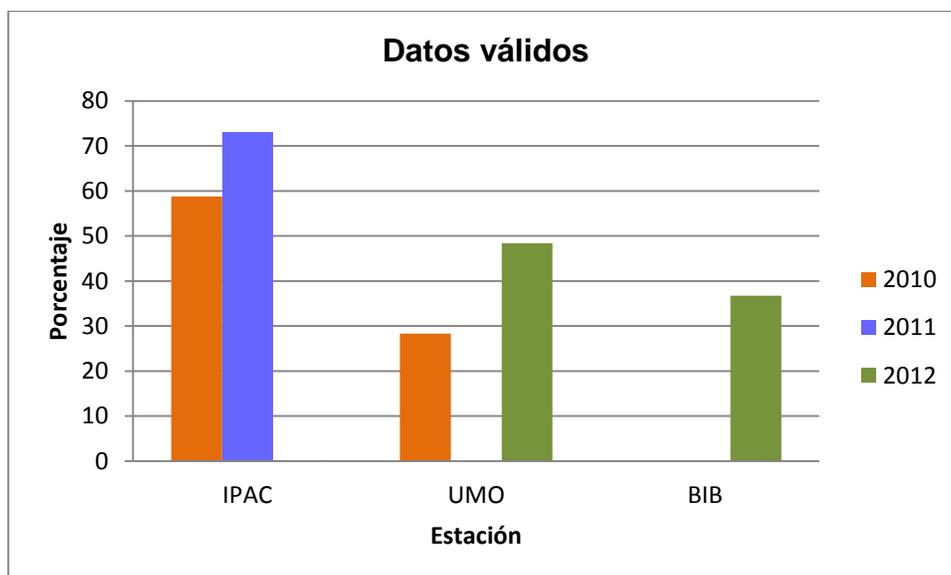
Figura 3.14 Máximo mensual de promedio diario de PM₁₀.



Fuente: SEGAM, 2012.

La Figura 3.15 muestra que ninguna de las estaciones cumplió con el criterio de datos válidos. Sin embargo, la estación IPAC en el año 2012 fue la única que obtuvo el mayor porcentaje de datos validados (Tabla 3.8).

Figura 3.15 Porcentaje de datos válidos por estación.



Fuente: DGGCARETC-SEMARNAT, con datos de la SEGAM, 2012.

Tabla 3.8 Información anual por estación.

Estaciones/Indicadores	IPAC			UMO			BIB		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Suficiencia de datos	58.81	72.89	0.18	28.34	0.0	48.42	-	-	36.73
Máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	120.00	200.00	0.0	210.00	91.81	0.0	-	-	280.42
Cumple con la NOM	Si	No	Si	Si	No	Si	-	-	No

Fuente: SEGAM, 2012.

4 . INVENTARIO DE EMISIONES

4.1 Inventario de Emisiones

Los inventarios de emisiones (IE) son herramientas fundamentales en la gestión de la calidad del aire. Los inventarios tienen el objetivo de identificar las fuentes de emisión que descargan contaminantes en la atmósfera, así como estimar la magnitud de tales emisiones en un área determinada en un tiempo específico. Un IE actualizado es un instrumento de suma utilidad para definir y establecer políticas y estrategias de reducción de las emisiones de contaminantes del aire.

4.1.1 Descripción general del inventario

El inventario de emisiones se desarrolló para cada municipio del estado, permitiendo identificar las fuentes ubicadas en cada uno así como la cantidad emitida por tipo de contaminante. En el presente capítulo se realiza un análisis de los inventarios de emisiones de los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, los cuales integran la Zona Metropolitana de SLP-SGS, con la finalidad de proporcionar información que permita la elaboración de estrategias y políticas de control de emisiones. Las principales características de este inventario se muestran en la tabla 1.1.

Tabla 4.1 Principales características del IE de la Zona Metropolitana de SLP-SGS.

Característica	Descripción
Año base	2011
Cobertura geográfica	Municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez
Resolución espacial y temporal	Municipal, anual
Contaminantes	PM ₁₀ PM _{2.5} NO _x

Característica	Descripción
	SO ₂ CO NH ₃ COV
Fuentes	Puntuales Área Móviles carretera Móviles no carretera Naturales

Fuente: Elaboración propia para el Programa de Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de SLP-SGS, 2013.

4.1.2. Descripción de las categorías de las fuentes de emisión

4.1.2.1. Fuentes puntuales

Las fuentes puntuales o fijas emiten contaminantes por combustión y actividades de proceso, con base en lo establecido en el artículo 111 bis de la LGEEPA, éstas se clasifican en fuentes fijas de jurisdicción federal o estatal.

Las emisiones de este tipo de establecimientos se estimaron a partir de la información reportada a la SEMARNAT y al Gobierno del Estado, a través de la cédula de operación anual (COA) correspondiente. Para realizar la estimación de emisiones de los establecimientos industriales de jurisdicción federal y estatal se utilizó la metodología utilizada en el Inventario Nacional de Emisiones (INEM) así como los formatos correspondientes para asegurar su comparabilidad y su inclusión en el inventario nacional.

4.1.2.2. Fuentes de área

En la categoría de fuentes de área se incluyen establecimientos comerciales, de servicios y actividades que

emiten contaminantes en cantidades que resultan relativamente bajas y cuyas emisiones no son factibles de estimar en forma individual, pero que debido a su número o intensidad, generan importantes emisiones.

En esta categoría particularmente se incluyeron las actividades relacionadas con las emisiones evaporativas de compuestos orgánicos debido al consumo doméstico, aplicación de pintura arquitectónica, talleres mecánicos, tintorerías, panificadoras, lavado en seco, imprentas, trabajos de señalización vial y de pavimentación, así como emisiones asociadas a la combustión como incendios forestales, quemas agrícolas intencionales además de combustión en comercios, hogares, entre otros. Se incluyen actividades que emiten amoníaco, como la ganadería y actividades con generación de partículas como construcciones. En este inventario se estimaron las emisiones de 31 categorías de fuentes de área.

4.1.2.3. Fuentes móviles carretera

Incluyen los vehículos automotores que circulan por calles y carreteras dentro de la zona urbana, y que están registrados en el estado; se clasifican de acuerdo al peso de los mismos así como por su uso (ejemplo, taxis). La clasificación de estos se basa en las metodologías de EPA utilizadas tanto para Mobile 6.2 como para MOVES; asimismo, se utiliza la clasificación del INEM para facilitar la identificación de los tipos de vehículos evaluados, por lo que en el presente inventario se incluyen automóviles particulares, camionetas, camiones ligeros, medios y pesados; de servicio privado y de servicio público, de carga y de pasajeros; que emplean diesel o gasolina como combustible.

En la estimación de emisiones se consideraron principalmente los datos de actividad como la distancia que recorren los vehículos, velocidad promedio, así como las condiciones de las vialidades en el área de estudio y meteorología.

4.1.2.4. Fuentes móviles no carretera

Este tipo de fuente incluye el equipo automotor (motor de combustión interna) o portátil que utiliza combustibles fósiles para su operación. Estos equipos son utilizados en operaciones específicas, las cuales en su mayoría se llevan a cabo en áreas definidas. Como ejemplo de este tipo de actividades están las de construcción y agrícola, industriales y comerciales, vehículos recreativos, de construcción, equipo de jardinería, equipo de servicios aeroportuarios y equipo de silvicultura; asimismo, las aeronaves y locomotoras tanto de patio como de línea se consideran dentro de esta categoría de fuentes de emisión.

Su categorización, clasificación y metodología de cálculo se realizó conforme a lo establecido en el INEM, con fines de comparación con otras entidades del país.

4.1.2.5. Fuentes naturales

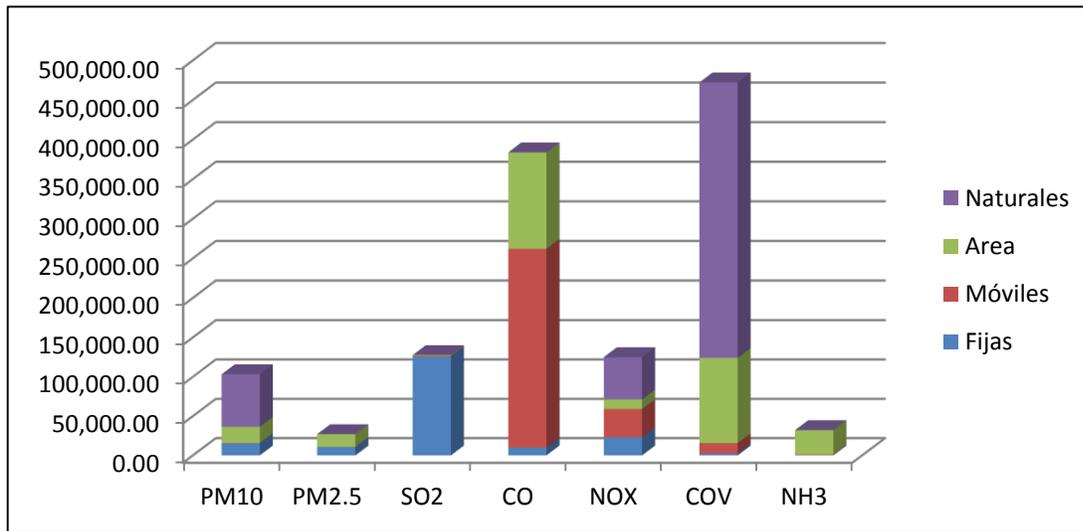
En esta categoría se estiman las emisiones generadas por los diversos tipos de ecosistemas vegetales: selvas, bosques, manglares, principalmente, además de tipos de vegetación como matorral, pastizal, arbolado adulto y renuevos, así como los cultivos agrícolas, entre otros, emitiendo diversas cantidades de compuestos orgánicos volátiles (COV) como resultado de su metabolismo, así como las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) por el proceso de desnitrificación de suelos. También se estiman emisiones de material particulado que se generan por la erosión eólica de los

suelos. En la elaboración del inventario de emisiones de estas fuentes se utilizó la metodología establecida en el INEM.

4.2 Inventario de emisiones a la atmósfera

El inventario de emisiones del estado de San Luis Potosí se presenta en la figura 4.1, Este inventario contiene los resultados de las estimaciones de las fuentes de área, fijas, móviles, móviles no carretera y naturales que están presentes en el estado. En esta figura se observa que las fuentes antropogénicas son las que emiten la mayor cantidad de contaminantes, como en el caso del bióxido de azufre (SO_2) que se emite por la industria establecida en el estado. Por su parte, el monóxido de carbono (CO) proviene principalmente de las fuentes móviles; los óxidos de nitrógeno (NO_x), de la combustión en las fuentes antropogénicas; asimismo, en el caso de partículas la erosión por viento genera la principal contribución y en el caso del amoníaco (NH_3), éste es generado en mayor cantidad por las fuentes de área.

Figura 4.1 Megagramos por año.



Fuente: Inventario de Emisiones de San Luis Potosí 2011

Las actividades que se realizan determinan el tipo y cantidad de las emisiones de contaminantes que se generan, así mientras que en áreas urbanizadas se generan emisiones por actividades como quema de combustibles en industrias, servicios, casas y vehículos automotores, en las zonas rurales se emiten por las actividades agropecuarias, uso de fertilizantes y corrales de engorda de ganado, entre otros.

La zona metropolitana de San Luis Potosí (ZMSLP) representa un área principalmente urbana por lo que el comportamiento de los contaminantes en esta zona estará influenciado por las actividades antropogénicas que se realizan en ella. En la Tabla 4.2 se presenta el inventario de emisiones de los dos municipios que componen la Zona Metropolitana de SLP-SGS, para el año base 2011. En ella se observa que las principales emisiones generadas son de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes de los vehículos, posteriormente los compuestos orgánicos volátiles que son emitidos por las fuentes de área, las emisiones de bióxido de azufre, provienen casi en su totalidad por las

fuentes fijas (industria), las emisiones de monóxido de carbono representan el 66% del total de emisiones en todo el estado, el 32% corresponde a los óxidos de nitrógeno, además del 9, 2.5, 8.5 y 11.9% para PM_{2.5}, SO₂, COV y NH₃ respectivamente. En la misma tabla se observa la contribución por tipo de fuente y contaminante para la zona metropolitana.

Tabla 4.2 Inventario de emisiones de la ZMSLP-SGS, año base 2011
Megagramos por año.

Fuente	PM₁₀	PM_{2.5}	SO₂	CO	NO_x	COV	NH₃
Fijas	1,891.97	1,631.76	2,088.09	425.81	1,719.57	1,807.30	16.13
Área	1,109.67	508.83	72.04	2,858.73	1,152.98	19,228.71	2,978.48
Móviles	200.11	158.73	514.98	123,266.12	21,043.30	6,723.14	435.13
Móviles no Carretera	3.68	3.32	144.38	70.02	31.31	10.34	0.00
Naturales	123.76	NE	NA	NA	1,426.77	5,388.17	NE
Total	3,329.21	2,302.64	2,819.49	126,620.68	25,373.93	33,157.67	3,429.73

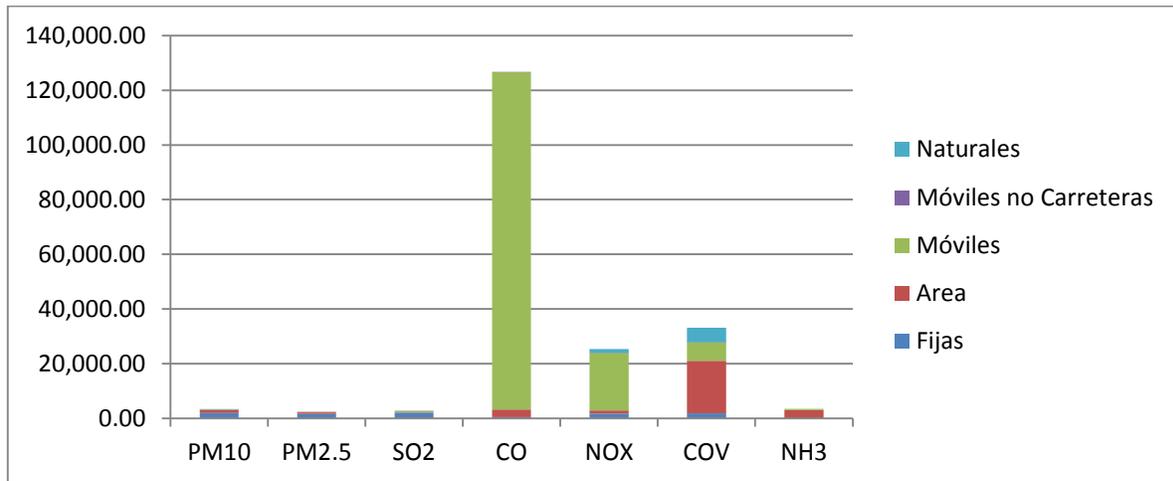
Notas:

- Es posible que el total de las emisiones sea diferente de la suma de subtotales, debido al redondeo de cifras.
- NA: No aplica.
- NE: No estimadas.

Fuente: Inventario de Emisiones año base 2011.

Como se observa en la tabla anterior la principal contribución de material particulado en la zona es generado por las fuente fijas, con más del 50% seguido de las fuentes de área con alrededor del 30%.

Figura 4.2 Emisiones de contaminantes a la atmósfera, por categoría de fuente de emisión



Fuente: Inventario de emisiones año base 2011.

La figura anterior muestra que el contaminante que se emite en mayor cantidad es el CO con 126 mil Megagramos por año, seguido por las emisiones de COV, el NO_x y el NH₃ con 33,157; 25,373 y 3,429 Megagramos por año respectivamente. El principal emisor de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno son las fuentes móviles, para el caso de los compuestos orgánicos volátiles y el amoníaco son las fuentes de área, en lo que respecta a las emisiones de partículas menores de 10 y 2.5 micrómetros así como del bióxido de azufre provienen principalmente de las fuentes fijas como se observa en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Contribución porcentual por tipo de fuente

Fuente	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fijas	56.83	70.86	74.06	0.34	6.78	5.45	0.47
Área	33.33	22.10	2.56	2.26	4.54	57.99	86.84
Móviles	6.01	6.89	18.27	97.35	82.93	20.28	12.69
Móviles no Carretera	0.11	0.14	5.12	0.06	0.12	0.03	0.00
Naturales	3.72	NE	NA	NA	5.62	16.25	NE
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

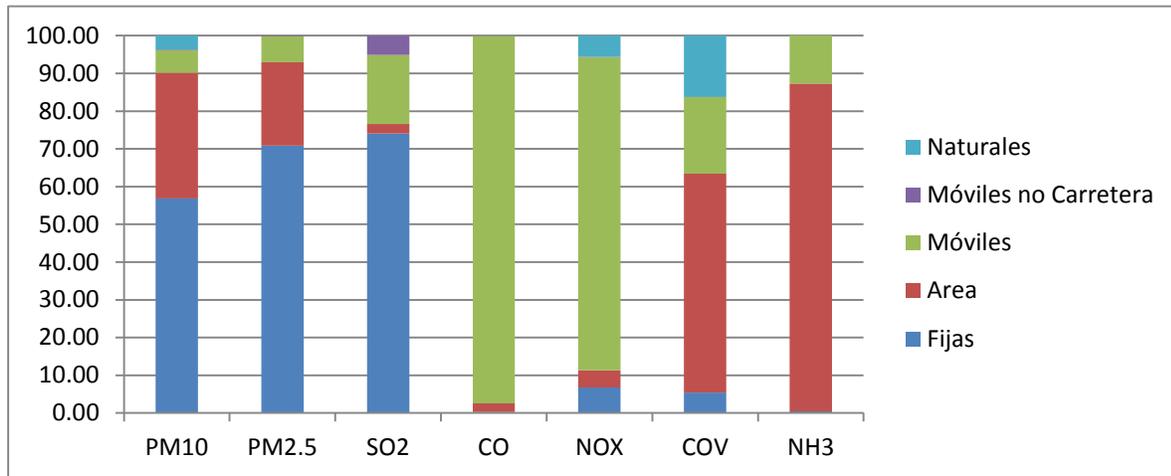
Notas:

- Es posible que el total de las emisiones sea diferente de las suma de subtotales, debido al redondeo de cifras.
- NA: No aplica.
- NE: No estimadas.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

Fuente: Inventario de emisiones año base 2011.

Figura 4.3 Contribución porcentual por fuente.



Fuente: Inventario de emisiones año base 2011.

Cabe destacar la importancia de las emisiones de SO_2 , PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ correspondientes a las fuentes fijas, principalmente de la combustión de combustibles fósiles. Se observa que el principal aporte de las fuentes móviles son los contaminantes CO, NO_x y COV. Las fuentes de área son las principales emisoras de NH_3 y tienen una contribución importante en el caso de COV, los cuales provienen de actividades ganaderas y domésticas en el caso del NH_3 y, en el caso de los COV, éstos se generan por el uso cotidiano de productos con contenido de este contaminante.

4.3 Inventario de emisiones desagregado

En esta sección se presentan las subcategorías que conforman las fuentes de emisión así como la magnitud de sus emisiones. Un mejor entendimiento del origen de las emisiones permite orientar la atención y los principales esfuerzos para controlar la emisión de contaminantes. La tabla 4.4 presenta el inventario de emisiones desagregado para el año base 2011 y la tabla 4.5

muestra la contribución relativa de cada subcategoría al total de las emisiones.

Tabla 4.4 Inventario de emisiones desagregado, año base 2011

SUBCATEGORIA	Megagramos por año						
	PM _{1.0}	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fuentes Fijas	1,891.97	1,631.76	2,088.09	425.81	1,719.57	1,807.30	16.13
Industria del petróleo y petroquímica	0.01	0.00	0.01	0.04	0.19	29.77	0.00
Industria química	29.25	19.29	293.01	8.88	34.98	124.69	0.65
Industria metalúrgica	490.77	409.98	276.66	117.94	139.90	15.62	4.73
Industria automotriz	105.91	80.21	706.80	41.46	123.01	402.67	2.13
Industria de la celulosa y el papel	12.16	12.16	0.22	26.22	81.65	24.31	0.32
Industria de cemento y cal	898.98	795.41	279.52	3.97	27.71	0.24	0.44
Industria de vidrio	266.72	262.19	1.03	144.57	1,016.65	9.47	5.53
Generación de energía eléctrica	6.70	0.83	5.48	13.72	96.52	0.10	0.00
Residuos Peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Elaboración de concreto premezclado	6.61	4.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Extracción y/o beneficio de minerales no metálicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fabricación de artículos y productos de cerámica, arcilla o similares	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00
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	0.00
Fabricación de productos y artículos de plástico	35.87	25.44	0.00	0.19	0.20	34.34	0.01
Industria alimenticia	20.55	12.01	260.32	15.94	42.01	24.89	0.92
Industria textil	7.77	5.00	170.51	10.74	32.91	1.07	0.34
Manejo de residuos peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maquila de acabado y pintado de piezas metálicas y de otros materiales	0.27	0.20	0.00	0.46	0.27	1.05	0.02
Producción de aparatos, equipos y/o accesorios eléctricos y/o electrónicos	4.78	2.53	2.41	27.63	70.57	37.42	0.69
Producción de asfalto y sus mezclas para pavimentación	0.85	0.46	0.43	0.38	1.52	0.02	0.06
Servicios	0.04	0.03	0.08	0.32	0.72	0.00	0.01
Fuentes de Área	1,109.67	508.83	72.04	2,858.73	1,152.98	19,228.71	2,978.48
Actividades de construcción	585.76	121.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aguas residuales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,119.49	0.00
Aplicación de fertilizantes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.40
Aplicación de plaguicidas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.17	0.00
Artes gráficas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,002.60	0.00
Asados al carbón	90.50	72.23	0.00	180.17	3.32	11.62	0.00
Asfaltado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.63	0.00
Combustión agrícola	30.19	30.19	28.18	92.40	429.45	0.15	0.00
Combustión comercial	1.54	1.54	0.01	9.27	48.55	0.89	0.01
Combustión doméstica	134.09	129.40	1.70	966.59	282.35	836.31	0.05
Combustión industrial	11.32	3.72	0.55	57.32	241.81	2.70	8.10
Emisiones domésticas de amoníaco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	857.32
Emisiones ganaderas de amoníaco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,024.79

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

SUBCATEGORIA	Megagramos por año						
	PM _{1.0}	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Esterilización en hospitales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	0.00
Incendios en construcciones	5.16	4.82	0.00	81.99	1.95	5.09	0.00
Incendios forestales	136.91	115.97	11.86	1,373.13	38.80	95.95	13.78
Labranza	104.57	23.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ladrilleras	5.77	5.06	28.73	38.72	2.27	0.01	NE
Lavado en seco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	234.38	0.00
Limpieza de superficies industriales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,517.17	0.00
Manejo y distribución de combustible	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,124.65	0.00
Manejo y distribución de gas LP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,819.19	0.00
Panificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.72	0.00
Pintado automotriz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	293.51	0.00
Pintura para señalización vial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.51	0.00
Quemas agrícolas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,352.99	0.00
Recubrimiento de superficies en la industria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	469.85	0.00
Terminales de autobuses	0.64	0.58	1.01	59.14	104.47	5.28	0.04
Uso doméstico de solventes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,180.80	0.00
Corrales de engorda	3.23	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes Móviles	200.11	158.73	514.98	123,266.12	21,043.30	6,723.14	435.13
Autos particulares	22.88	13.19	175.12	38,704.12	3,598.33	1,527.21	262.65
Taxis	1.08	0.62	9.05	860.10	91.85	38.31	13.60
Camionetas de transporte público de pasajeros (combis)	0.07	0.04	0.51	103.26	7.80	4.46	0.60
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas (microbuses)	0.66	0.45	1.74	896.31	64.98	32.44	0.45
Camionetas Pick-Up	14.04	9.05	89.76	22,216.75	1,627.72	1,023.14	102.22
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	5.32	3.87	35.95	8,614.83	622.16	424.99	29.33
Tractocamiones	79.67	67.62	89.61	29,210.13	6,757.41	1,780.57	9.98
Autobuses de transporte urbano	56.40	51.23	71.65	6,407.33	7,240.60	655.80	3.18
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	9.67	6.83	26.23	8,089.43	775.84	263.56	5.43
Motocicletas	10.33	5.83	15.36	8,163.87	256.60	972.67	7.68
Fuentes móviles no carretera	3.68	3.32	144.38	70.02	31.31	10.34	0.00
A. Aeronaves	0.10	0.10	3.03	42.85	14.88	4.04	NE
A. Equipo auxiliar en tierra	0.07	0.07	0.07	25.93	2.43	0.84	NE
Locomotoras	3.51	3.16	141.28	1.24	14.00	5.46	NE
Fuentes Naturales	123.76	0.00	0.00	0.00	1,426.77	5,388.17	0.00
Erosivas	123.76	NE	NA	NA	NA	NA	NA
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	1,426.77	5,388.17	NA
Total	3,329.21	2,302.64	2,819.49	126,620.68	25,373.93	33,157.67	3,429.73

Notas:

- Es posible que el total de las emisiones sea diferente de las suma de subtotales, debido al redondeo de cifras.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

- NA: No aplica.
 - NE: No estimadas.
- Fuente: Inventario de emisiones año base 2011.

Tabla 4.5 Contribución porcentual al total de las emisiones, desagregada por subcategoría.

SUBCATEGORIA	Contribución porcentual						
	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Fuentes Fijas	56.83	70.86	74.06	0.34	6.78	5.45	0.47
Industria del petróleo y petroquímica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
Industria química	0.88	0.84	10.39	0.01	0.14	0.38	0.02
Industria metalúrgica	14.74	17.80	9.81	0.09	0.55	0.05	0.14
Industria automotriz	3.18	3.48	25.07	0.03	0.48	1.21	0.06
Industria de la celulosa y el papel	0.37	0.53	0.01	0.02	0.32	0.07	0.01
Industria de cemento y cal	27.00	34.54	9.91	0.00	0.11	0.00	0.01
Industria de vidrio	8.01	11.39	0.04	0.11	4.01	0.03	0.16
Generación de energía eléctrica	0.20	0.04	0.19	0.01	0.38	0.00	0.00
Residuos Peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Elaboración de concreto premezclado	0.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Extracción y/o beneficio de minerales no metálicos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fabricación de artículos y productos de cerámica, arcilla o similares	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fabricación de artículos y productos de papel y/o cartón	0.05	0.05	3.16	0.00	0.05	3.32	0.01
Fabricación de artículos y productos metálicos	0.09	0.03	0.09	0.01	0.15	0.00	0.00
Fabricación de productos y artículos de plástico	1.08	1.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
Industria alimenticia	0.62	0.52	9.23	0.01	0.17	0.08	0.03
Industria textil	0.23	0.22	6.05	0.01	0.13	0.00	0.01
Manejo de residuos peligrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maquila de acabado y pintado de piezas metálicas y de otros materiales	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Producción de aparatos, equipos y/o accesorios eléctricos y/o electrónicos	0.14	0.11	0.09	0.02	0.28	0.11	0.02
Producción de asfalto y sus mezclas para pavimentación	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
Servicios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes de Área	33.33	22.10	2.56	2.26	4.54	57.99	86.84
Actividades de construcción	17.59	5.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aguas residuales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.38	0.00
Aplicación de Fertilizantes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17
Aplicación de Plaguicidas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00
Artes gráficas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02	0.00
Asados al carbón	2.72	3.14	0.00	0.14	0.01	0.04	0.00
Asfaltado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00
Combustión agrícola	0.91	1.31	1.00	0.07	1.69	0.00	0.00
Combustión comercial	0.05	0.07	0.00	0.01	0.19	0.00	0.00
Combustión doméstica	4.03	5.62	0.06	0.76	1.11	2.52	0.00
Combustión industrial	0.34	0.16	0.02	0.05	0.95	0.01	0.24

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

SUBCATEGORIA	Contribución porcentual						
	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Emisiones domésticas de amoníaco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00
Emisiones ganaderas de amoníaco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.04
Esterilización en hospitales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Incendios en construcciones	0.16	0.21	0.00	0.06	0.01	0.02	0.00
Incendios forestales	4.11	5.04	0.42	1.08	0.15	0.29	0.40
Labranza	3.14	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ladrilleras	0.17	0.22	1.02	0.03	0.01	0.00	NE
Lavado en seco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00
Limpieza de superficies industriales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.61	0.00
Manejo y distribución de combustible	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.39	0.00
Manejo y distribución de gas LP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.50	0.00
Panificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Pintado automotriz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00
Pintura para señalización vial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Quemas agrícolas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.10	0.00
Recubrimiento de superficies en la industria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	0.00
Terminales de autobuses	0.02	0.03	0.04	0.05	0.41	0.02	0.00
Uso doméstico de solventes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.62	0.00
Corrales de engorda	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes Móviles	6.01	6.89	18.27	97.35	82.93	20.28	12.69
Autos particulares	0.69	0.57	6.21	30.57	14.18	4.61	7.66
Taxis	0.03	0.03	0.32	0.68	0.36	0.12	0.40
Camionetas de transporte público de pasajeros (combis)	0.00	0.00	0.02	0.08	0.03	0.01	0.02
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas (microbuses)	0.02	0.02	0.06	0.71	0.26	0.10	0.01
Camionetas Pick-Up	0.42	0.39	3.18	17.55	6.41	3.09	2.98
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	0.16	0.17	1.28	6.80	2.45	1.28	0.86
Tractocamiones	2.39	2.94	3.18	23.07	26.63	5.37	0.29
Autobuses de transporte urbano	1.69	2.22	2.54	5.06	28.54	1.98	0.09
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	0.29	0.30	0.93	6.39	3.06	0.79	0.16
Motocicletas	0.31	0.25	0.54	6.45	1.01	2.93	0.22
Fuentes móviles no carretera	0.11	0.14	5.12	0.06	0.12	0.03	0.00
A. Aeronaves	0.00	0.00	0.11	0.03	0.06	0.01	NE
A. Equipo auxiliar en tierra	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	NE
Locomotoras	0.11	0.14	5.01	0.00	0.06	0.02	NE
Fuentes Naturales	3.72	0.00	0.00	0.00	5.62	16.25	0.00
Erosivas	3.72	NE	NA	NA	NA	NA	NA
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	5.62	16.25	NA
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Notas:

- Es posible que el total de las emisiones sea diferente de las suma de subtotales, debido al redondeo de cifras.
- NA: No aplica.
- NE: No estimadas.

Fuente: Inventario de emisiones año base 2011.

4.4 Análisis del inventario de emisiones por categoría

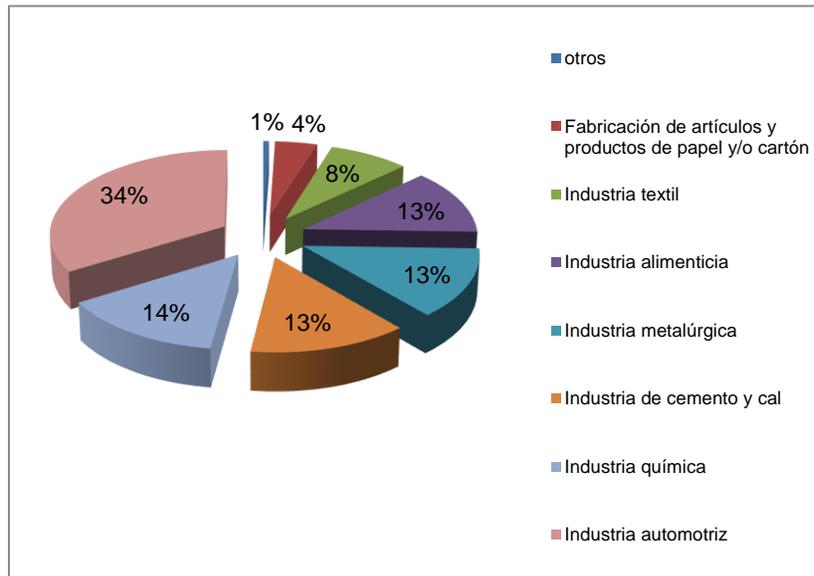
4.4.1 Fuentes puntuales

Las fuentes fijas instaladas en la Zona Metropolitana de SLP-SGS contribuyen con el 74% del total de SO₂, el 57% de las partículas PM₁₀, 71% de las PM_{2.5} y el 7% de los NO_x.

Las 2,088 toneladas anuales totales de SO₂ que se reporta fueron emitidas, por el uso de combustibles con alto contenido de azufre en los procesos de combustión de diversas industrias. Como se observa en la Figura 4.4, los sectores industriales que emiten mayores cantidades de SO₂ son la industria automotriz, la química y la del cemento y cal, que en conjunto emiten con el 61% de las emisiones industriales de este contaminante.

El 38% restante de emisiones se le atribuye a la industria alimenticia, metalúrgica y textil así como a la fabricación de artículos y productos de papel. La industria del petróleo y la petroquímica; los hospitales y la industria de la celulosa en conjunto aportan 1% de este contaminante.

Figura 4.4 Contribución de emisiones de SO₂ y por sectores industriales



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

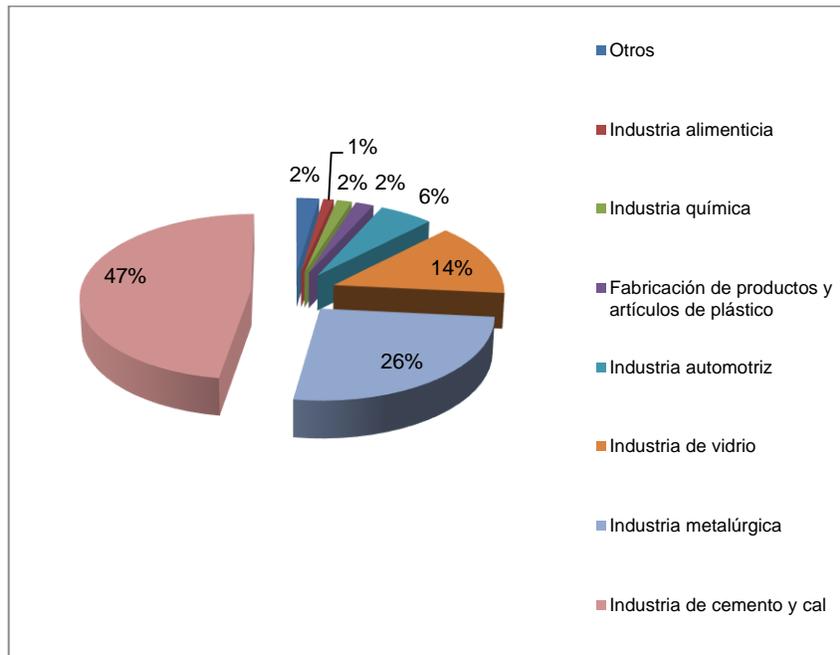
El segundo contaminante en cantidad emitida por esta categoría son las PM₁₀, cuya emisión se estimó en 1,891 toneladas

Estas emisiones se originan principalmente por las actividades donde se lleva a cabo la extracción de material, además de las provenientes por actividades de combustión. Las principales emisiones de PM₁₀ provenientes de este sector corresponden a la industria del cemento y cal con un 47%, seguido por la metalúrgica con el 26% y la industria de vidrio con una contribución de 14%.

Dentro de las industrias que contribuyen en una escala menor para la emisión de este contaminante se encuentran la maquila de acabado y pintado de piezas metálicas y de otros materiales, la producción de asfalto y sus mezclas para pavimentación y la fabricación de artículos y productos de papel y/o cartón.

En la figura 4.5 se muestra la contribución de los principales sectores industriales para este contaminante.

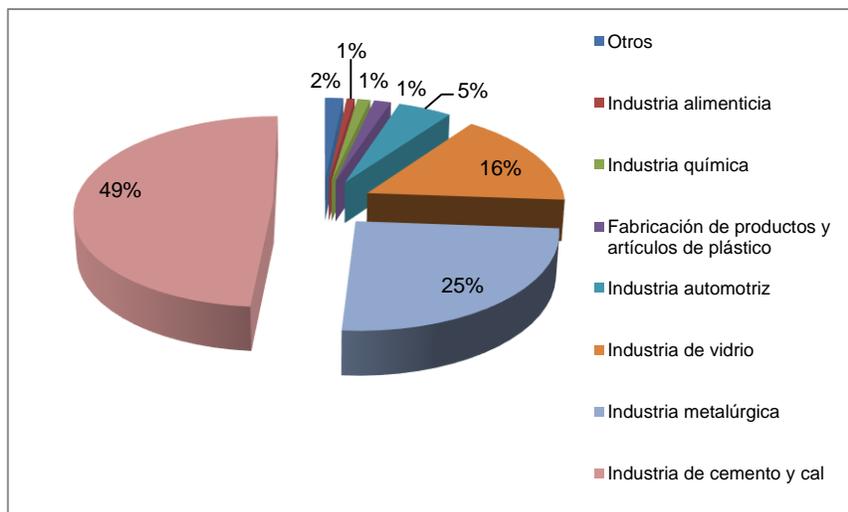
Figura 4.5 Contribución de emisiones de PM₁₀ por sectores industriales



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

El tercer contaminante que contribuye a una mayor cantidad de emisiones en fuentes fijas son las PM_{2.5}. Al igual que las PM₁₀ las industrias que mayormente emiten son la industria del cemento y cal, metalúrgica e industria de vidrio. En la figura 4.6, se observa esta distribución.

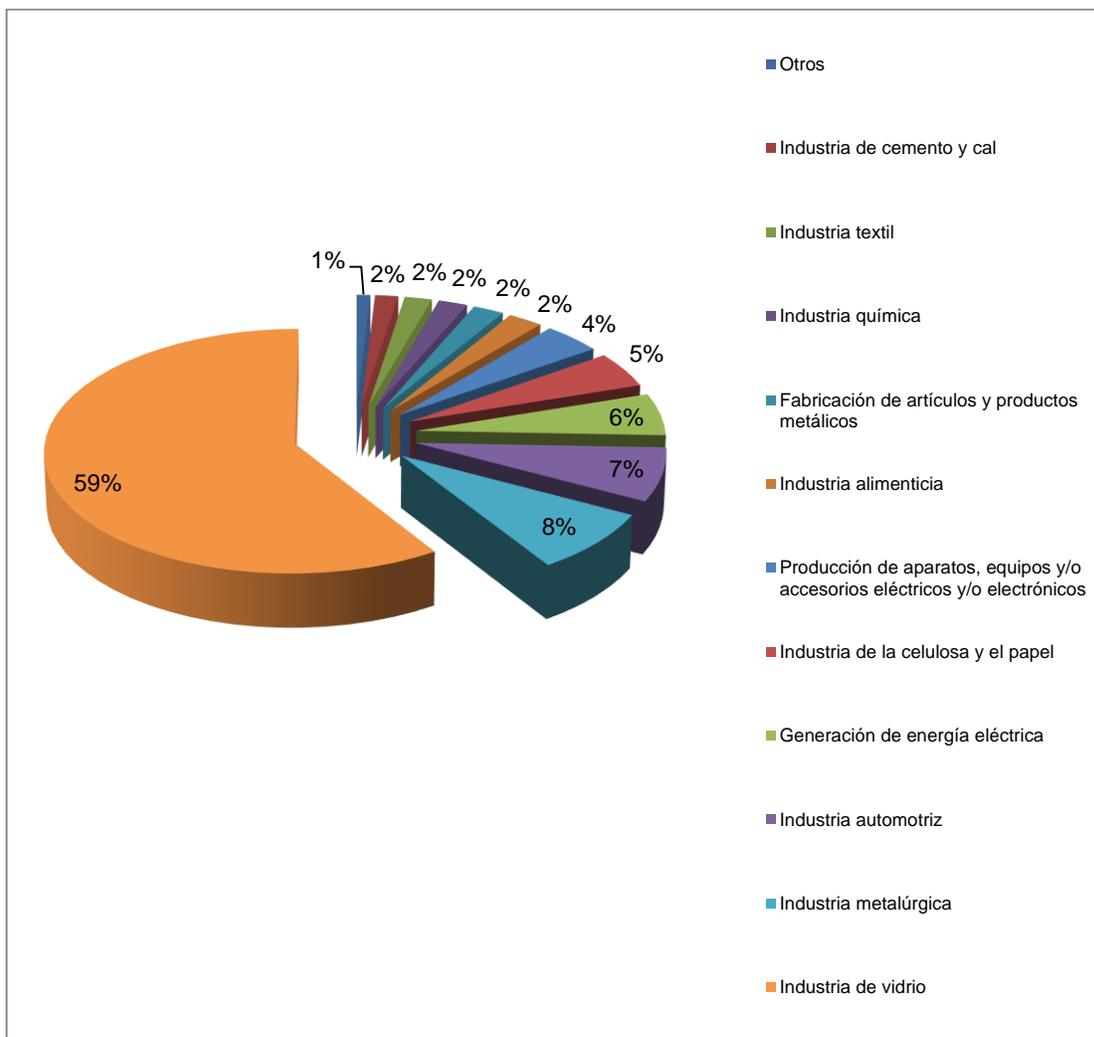
Figura 4.6 Contribución de emisiones de PM_{2.5} por sectores industriales



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

En lo que respecta a las emisiones de óxidos de nitrógeno, éstas provienen principalmente de la industria del vidrio, generación de energía eléctrica, la industria automotriz y la metalúrgica. Estas 4 subcategorías contribuyen con el 80% de este contaminante en el área metropolitana, las restantes 18 subcategorías o giros contribuyen con alrededor del 20% de este tipo de emisiones.

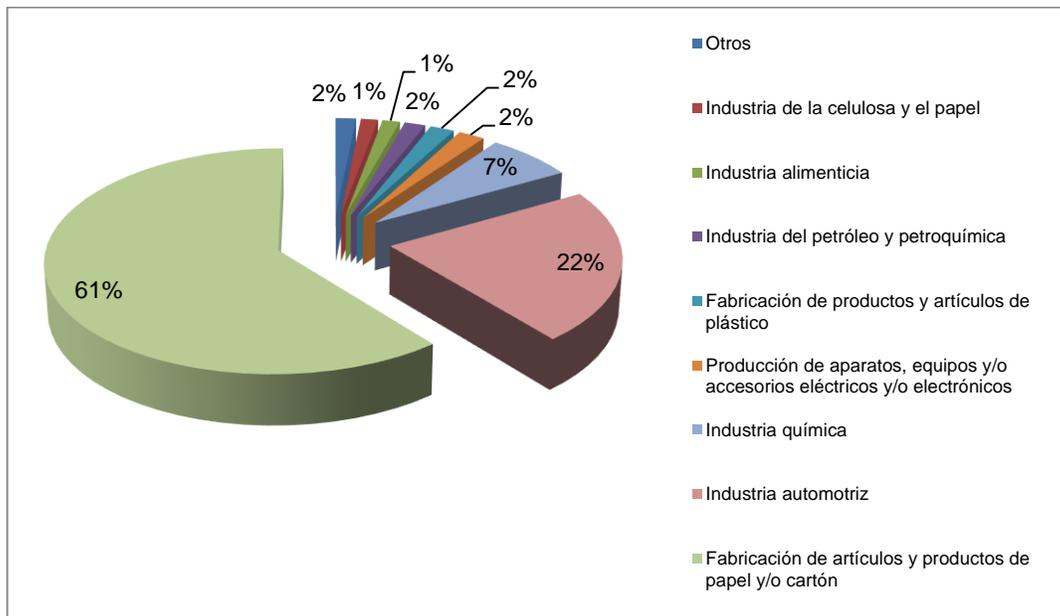
Figura 4.7 Contribución de emisiones de NO_x por sectores industriales



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

En el caso de los compuestos orgánicos volátiles o COV, en la figura 4.8 se observa que los principales emisores de este contaminante son la industria papelera, la automotriz y la química, estas tres subcategorías emiten alrededor del 90% de las emisiones de este contaminante y las restantes 19 emiten el 10%.

Figura 4.8 Contribución de emisiones de COV por sectores industriales



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

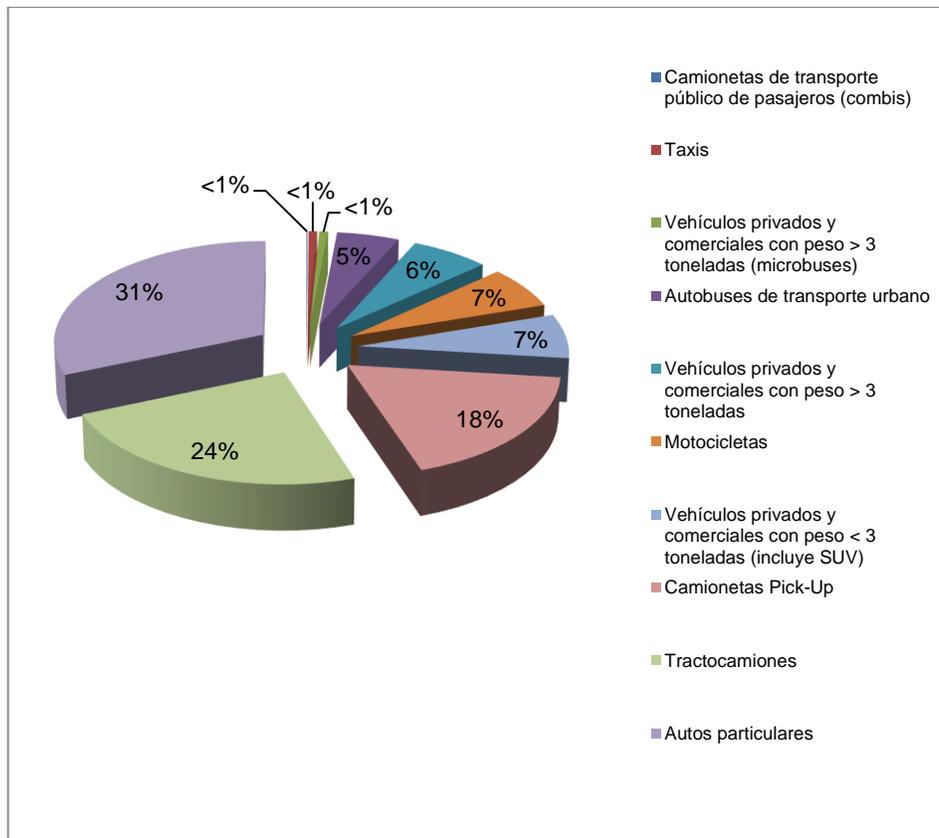
4.4.2 Fuentes móviles

Una de las principales fuentes de emisión en la Zona Metropolitana es la de fuentes móviles; éstas contribuyen con

el 97% del total de las emisiones de CO, seguido de los NO_x y los COV con un 83% y 20%, respectivamente. La principal razón para la magnitud de estas emisiones es el consumo de combustibles fósiles (gasolinas y diesel), la cantidad de vehículos y la distribución de la edad de la flota vehicular en el área.

El contaminante que se emite en mayor cantidad es el monóxido de carbono (CO), la figura 4.9 muestra la contribución por tipo de vehículo de las emisiones de este contaminante. Se puede observar que los autos particulares, los tractocamiones y las pick up contribuyen con un 31%, 24% y 18%, respectivamente. Las emisiones de este contaminante se deben principalmente a la combustión deficiente.

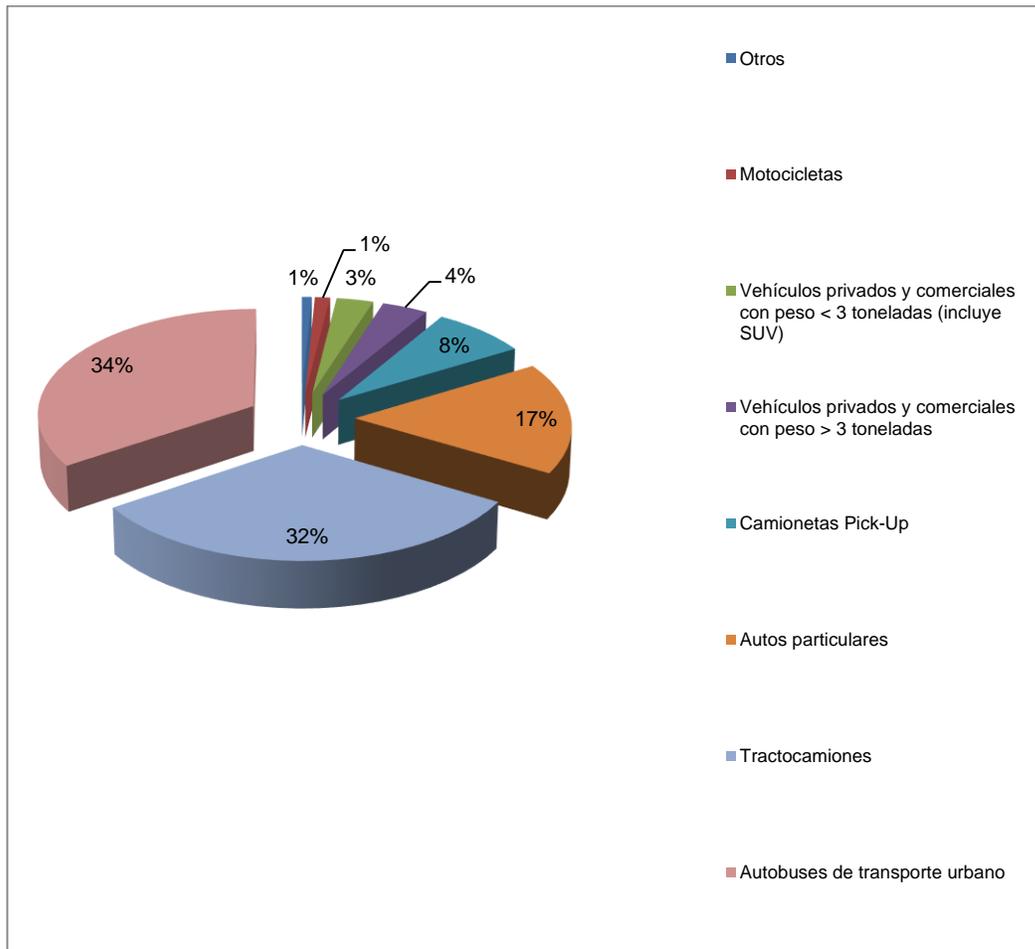
Figura 4.9 Contribución de emisiones de CO por tipo de vehículo



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

Respecto a los NO_x, se aprecia en la Figura 4.10 que los autobuses de transporte urbano, los tractocamiones y los autos particulares contribuyen con las emisiones del 34%, 32% y 17%, respectivamente.

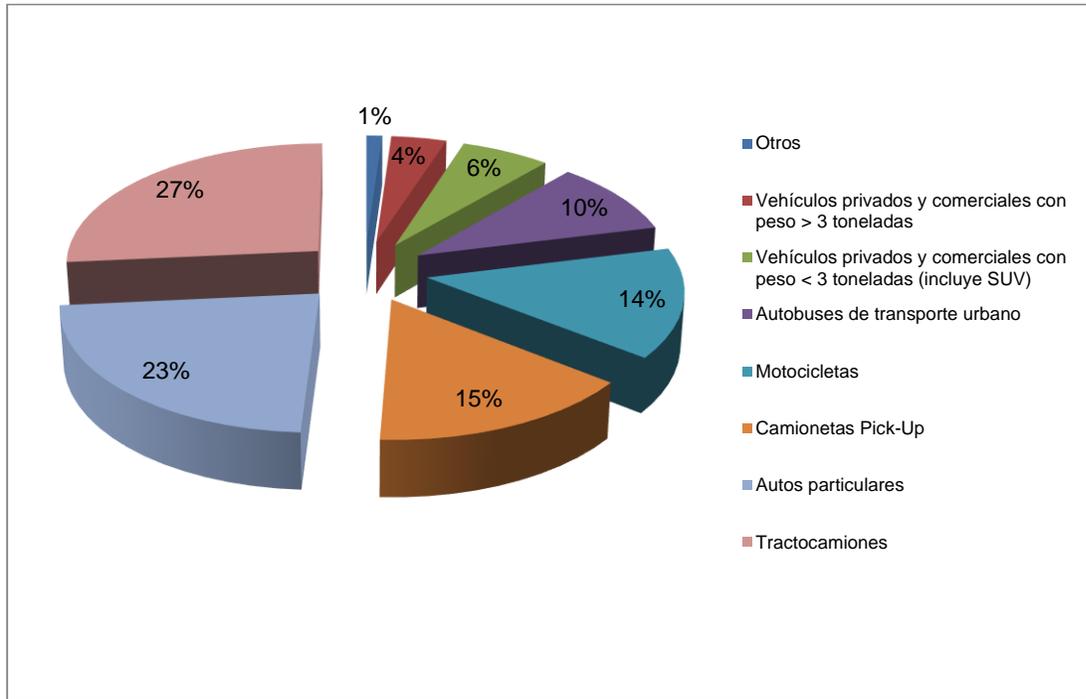
Figura 4.10 Contribución de emisiones de NO_x por tipo de vehículo



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

Para los COV, la figura 4.11 muestra que los tractocamiones, autos particulares y las pick up representan la mayor contribución para este contaminante con un 27%, 23% y 15%, respectivamente. Estas emisiones, al igual que las de CO, se generan principalmente por una combustión deficiente, la baja velocidad de circulación.

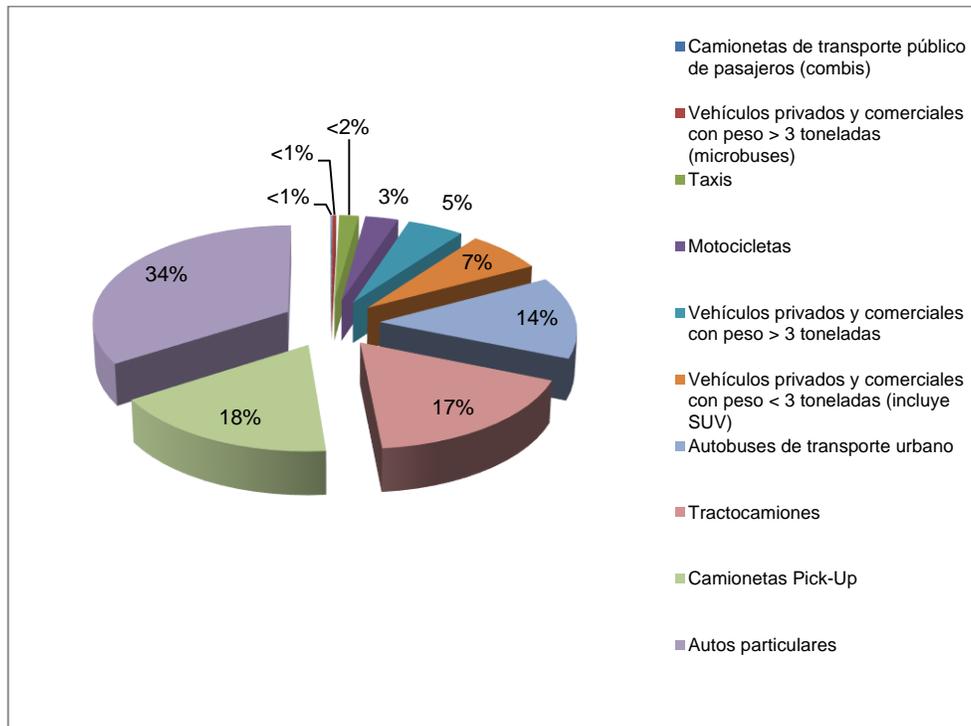
Figura 4.11 Contribución de emisiones de COV por tipo de vehículo



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

En la figura 4.12, se muestra que las emisiones de dióxido de azufre contribuyen con un 18% de las emisiones totales (cuarto lugar de contribución de contaminantes por las fuentes móviles y segundo en emisiones de SO_2); siendo los principales emisores los autos particulares con un 34%, las camionetas pick up con un 18% y los tractocamiones con un 17%.

Figura 4.12 Contribución de emisiones de SO₂ por tipo de vehículo



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

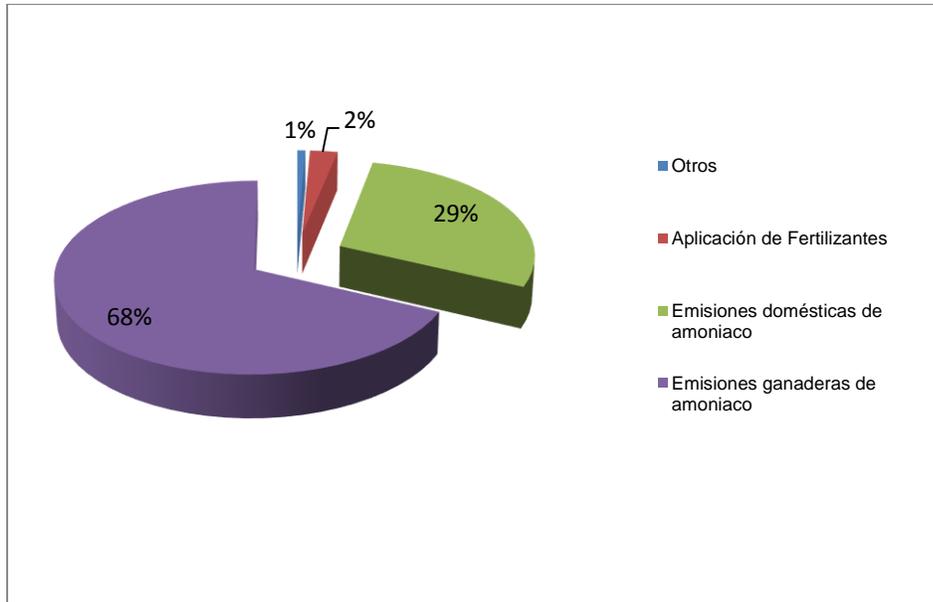
4.4.3 Fuentes de área

El contaminante que más de emite en este tipo de fuente corresponde a amoniaco, NH₃, mismo que representa el 87% del total de las emisiones que se emiten en la zona metropolitana, el 58% corresponde a los COV y el 33% a las emisiones de PM₁₀. Durante el año 2011 se emitieron más de 2,900 toneladas de NH₃ en la zona. La Figura 4.13 muestra la contribución por cada subcategoría de las fuentes de área en las emisiones de NH₃.

Las emisiones de amoniaco de las fuentes de área provienen principalmente de las actividades ganaderas, debido a la descomposición del excremento de los animales, en donde la contribución es del 68%. En segundo lugar, las emisiones que se generan en las casas habitación son de un 29% y, por último, el

uso de fertilizantes en el proceso de siembra agrícola produce alrededor del 2%.

Figura 4.13 Contribución de emisiones de NH₃ por tipo de fuente de área

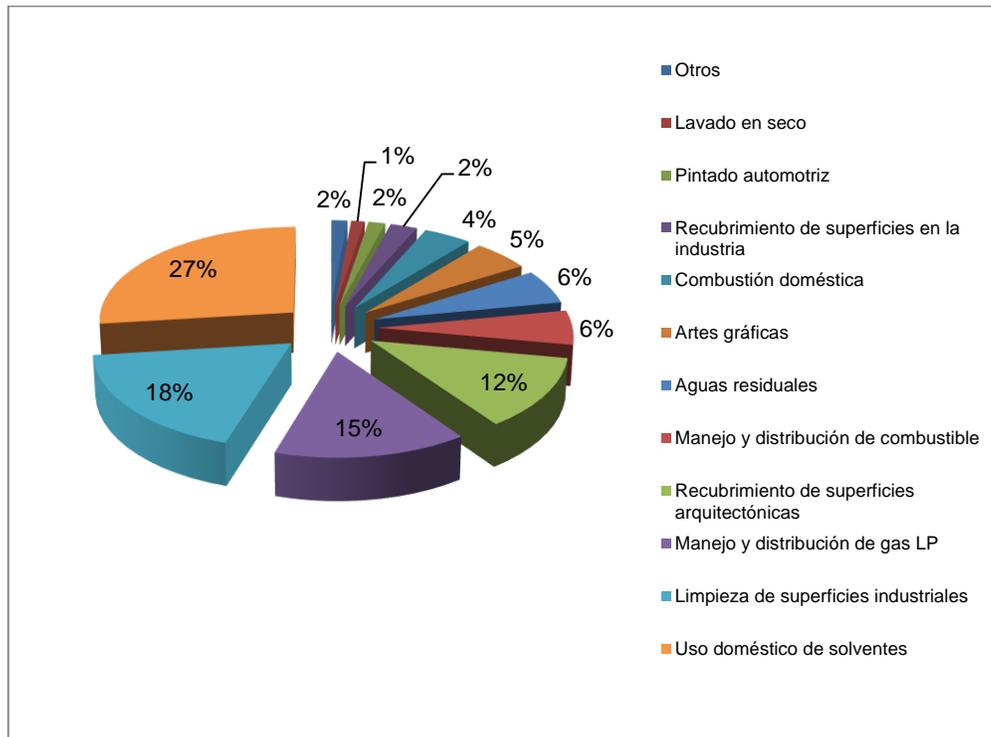


Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

El segundo contaminante con mayores emisiones son los compuestos orgánicos volátiles (COV), con una contribución del 58%. Las principales actividades son el uso comercial y doméstico de solventes con una contribución del 27%, la limpieza de superficies industriales con un 18%, el manejo y la distribución de gas licuado del petróleo con un 15% y el recubrimiento de superficies arquitectónicas con el 12%, lo anterior se muestra en la figura 4.14.

En todas las actividades mencionadas con anterioridad se emplean recubrimientos o productos químicos que contienen una elevada concentración de compuestos orgánicos que al utilizarse se liberan hacia la atmósfera.

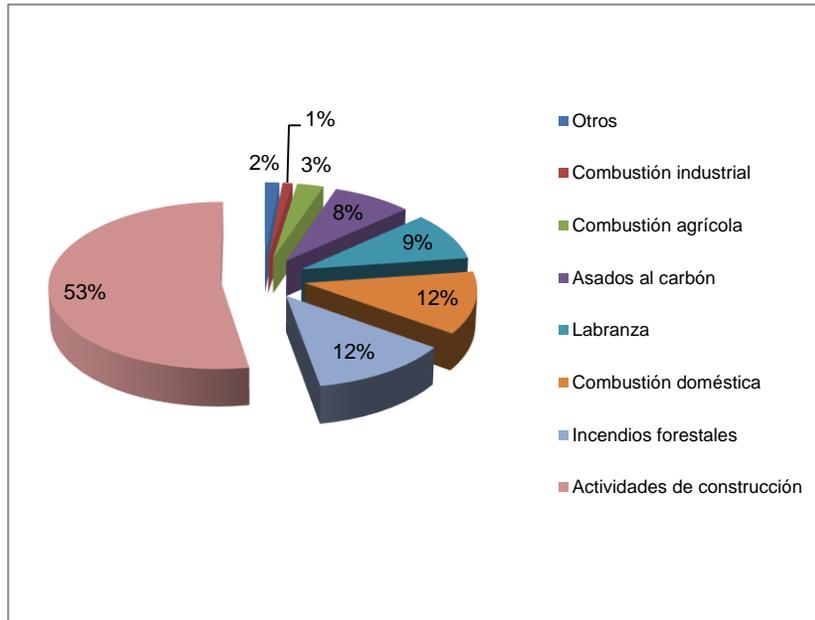
Figura 4.14 Contribución de emisiones de COV por tipo de fuente de área



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

El tercer contaminante emitido por las fuentes de área son las PM_{10} , las actividades que contribuyen a estas emisiones son las producidas por la construcción, con un 53%; los incendios forestales, con el 12% y, por último, el uso de materiales orgánicos que se emplean para generar combustión doméstica por el empleo de la leña con el 12% (Ver figura 4.15). Cabe señalar que el material particulado menor a 2.5 micrómetros tiene un comportamiento similar al que se observa para PM_{10} .

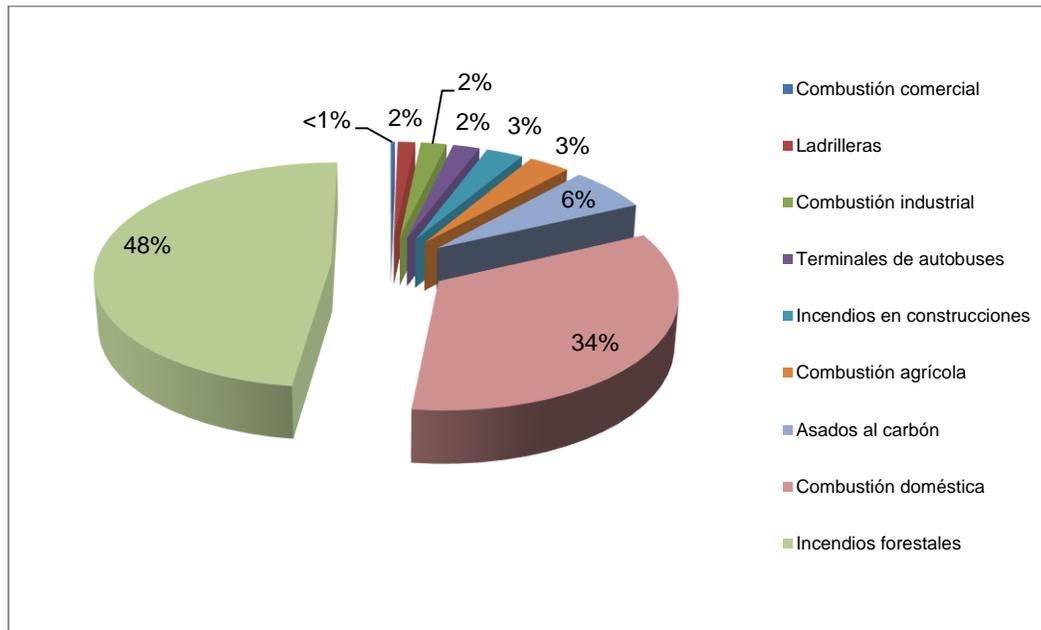
Figura 4.15 Contribución de emisiones de PM₁₀ por tipo de fuente de área



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

En el caso de las emisiones de monóxido de carbono, los incendios forestales y la combustión doméstica contribuyen con alrededor del 82% de las emisiones de este tipo de compuesto, como se observa en la figura 4.16. Estas emisiones provienen en su totalidad de las actividades de combustión, siendo la combustión comercial, habitacional e industrial la que contribuye con alrededor del 40%.

Figura 4.16 Contribución de emisiones de CO por tipo de fuente de área



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

4.4.4 Fuentes móviles no carreteras

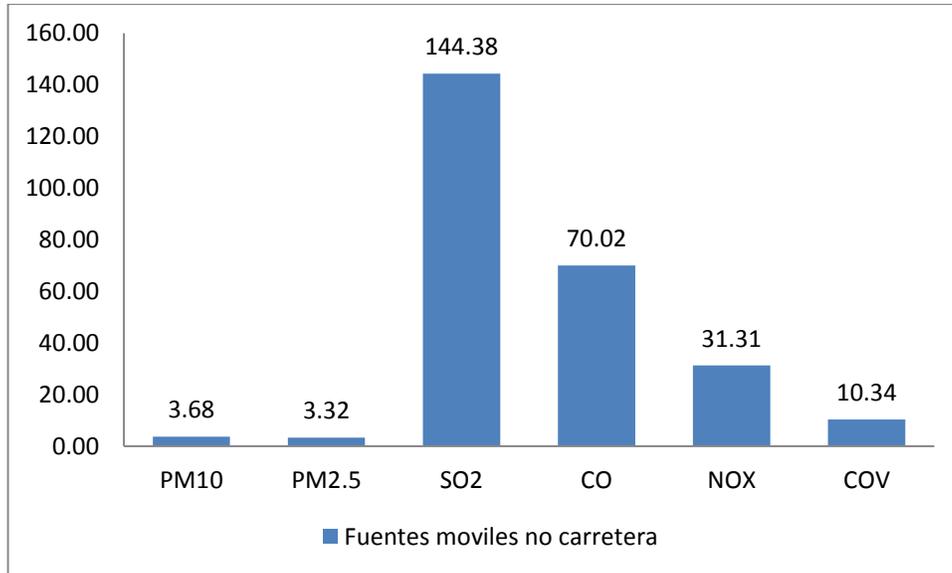
En la Zona Metropolitana, se consideró como fuentes móviles que no circulan por carreteras (FMNC) a las locomotoras, los equipos de aviación y transportes auxiliares en el aeropuerto, estas son incluidas en el inventario de emisiones de manera independiente a los vehículos que circulan en vialidades como carreteras debido principalmente a las características de operación de este tipo de equipos.

Para este tipo de fuente, la mayor emisión fue de SO_2 , la cual representa el 5%, así como también de $\text{PM}_{2.5}$ y NO_x con <1% para ambos contaminantes respecto al total de las emisiones.

El tipo de contaminante que más se emite por esta categoría de fuente es el bióxido de nitrógeno, seguido de monóxido de carbono

y los óxidos de nitrógeno como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 4.17 Contribución de emisiones por fuentes móviles no carretera



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

Es de resaltar que en el caso de los óxidos de azufre la principal contribución proviene de las locomotoras aportando el 98% de las emisiones de este contaminante en el área de estudio para esta categoría.

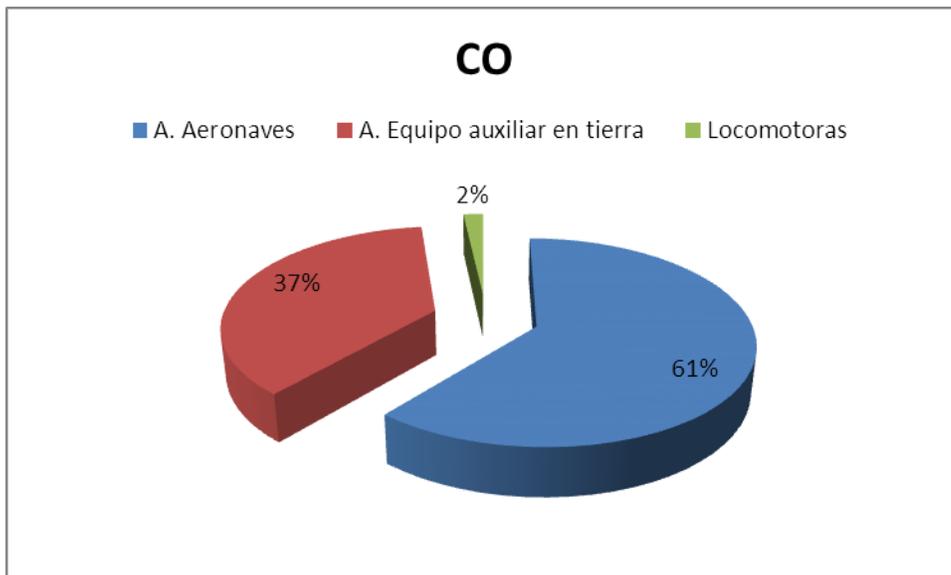
Figura 4.18 Contribución de emisiones de SO₂ por tipo de fuente FMNC



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

Para el caso del monóxido de carbono proviene de las aeronaves y del equipo auxiliar en aeropuertos y con la menor contribución proveniente de las locomotoras.

Figura 4.19 Contribución de emisiones de CO por tipo de fuente FMNC

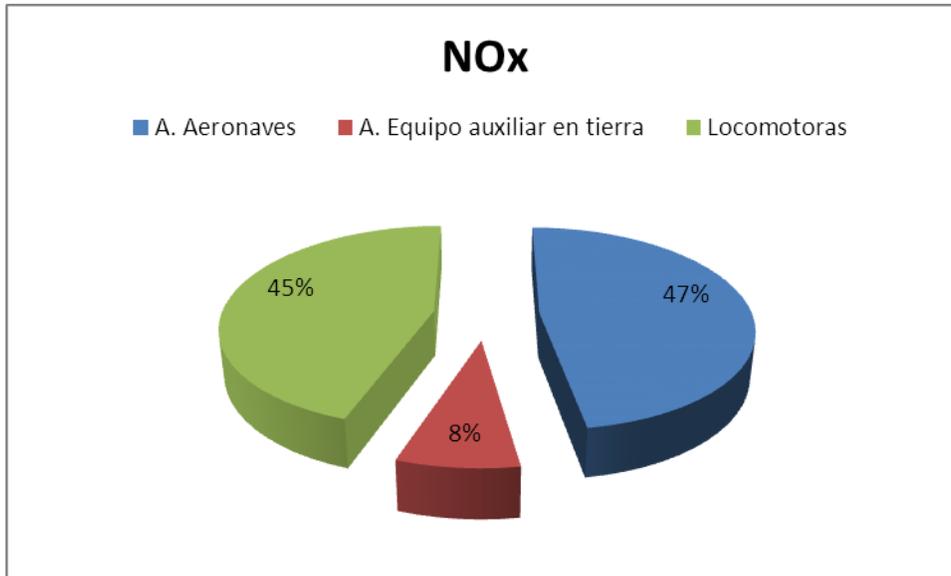


Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

El tercer contaminante en volumen de emisión son los óxidos de nitrógeno en este contaminante la contribución proviene de las

aeronaves y de las locomotoras las cuales aportan casi la totalidad de este contaminante para esta categoría.

Figura 4.20 Contribución de emisiones de NOx por tipo de fuente FMNC



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

4.4.5 Fuentes naturales

Como parte de las emisiones generadas por las fuentes naturales, se estimaron las emisiones de COV, provenientes de la vegetación, y de NOx, provenientes de los procesos microbianos de nitrificación en el suelo; este tipo de emisiones naturales también son conocidas como emisiones biogénicas.

Para la elaboración del inventario de emisiones año base 2011, se incluyó dentro de las fuentes naturales la estimación de las fuentes biogénicas y erosivas.

En el caso de fuentes erosivas son generadas debido a las actividades de labranza agrícola y áreas erosionadas debido a la acción del viento sobre superficies desprovistas de

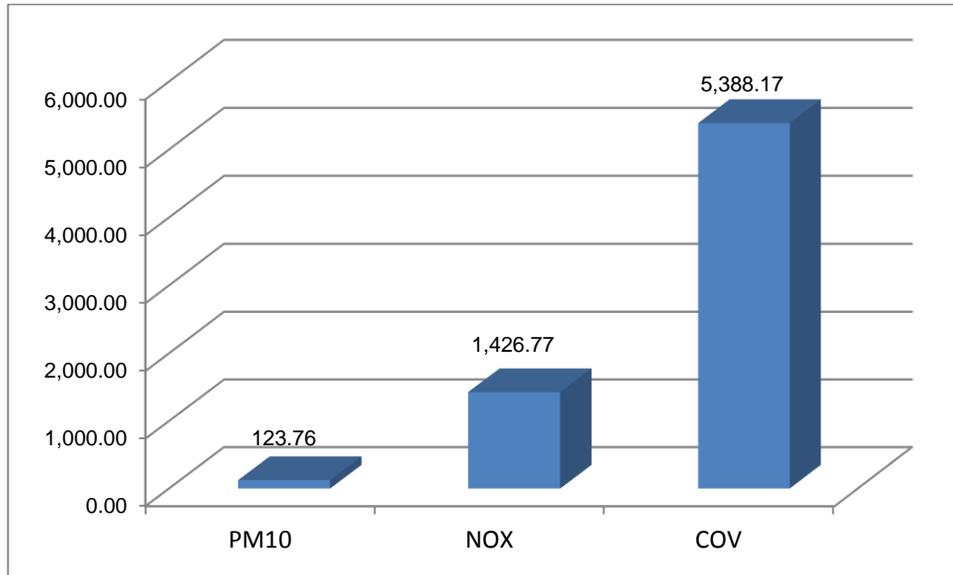
vegetación. En este tipo de fuente sólo se estiman las PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Los COV biogénicos son sintetizados por las plantas como parte de sus procesos de reproducción, de defensa, etc., y en regiones en donde se combinan con emisiones de otras fuentes, pueden contribuir significativamente al problema de la formación de ozono y partículas orgánicas secundarias. En términos generales, estas emisiones tienen una baja tasa de contribución dentro de las áreas urbanas, debido a que la cantidad de vegetación es considerablemente menor, comparada con áreas agrícolas o forestales, sin embargo, dada la elevada reactividad de estos compuestos en la atmósfera, es importante cuantificarlas, así como considerar las áreas con amplia cubierta vegetal localizadas viento arriba de la región en estudio.

Durante el año 2011, las emisiones de COV biogénicos en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez fueron aproximadamente de 5,388 toneladas (el 16% del total), en tanto que los NO_x se estimaron en 1,426 toneladas (lo que representa el 6% del total) figura 4.21.

Es importante mencionar que para la estimación se consideró toda la superficie con cubierta vegetal, que incluye áreas verdes, parques y jardines, así como las regiones agrícolas y forestales localizadas dentro del territorio de los dos municipios.

Figura 4.21 Contribución de emisiones por fuentes naturales



Fuente: Inventario de emisiones de San Luis Potosí 2011.

5. EFECTOS EN LA SALUD POR LA CONTAMINACION ATMOSFÉRICA

5.1 Antecedentes

La contaminación atmosférica se define como la condición de la atmósfera donde ciertas sustancias alcanzan concentraciones o niveles elevados para producir riesgos o daños a la población y ecosistemas. La causa de la degradación del entorno tiene sus orígenes en la actividad humana principalmente, por lo que ha sido necesario tomar acciones preventivas y de mitigación de emisiones contaminantes por medio de acciones en donde se involucra la participación de los gobiernos y de la ciudadanía. El hombre ejerce un impacto sobre su entorno por el simple hecho de realizar sus actividades diarias. El entorno ofrece una gran capacidad de asimilación de estos impactos, sin embargo, es necesario no rebasar esta elasticidad para no inducir una situación en la cual los daños al medio y la salud sean irreversibles.

A los contaminantes atmosféricos se les puede dividir en dos grupos:

- Contaminantes primarios, emitidos directamente a la atmósfera desde el punto emisor.
- Contaminantes secundarios, formados en la atmósfera por la reacción entre dos o más contaminantes primarios o constituyentes naturales del aire.

Los contaminantes criterio son aquellos que han sido regulados y establecido límites de concentración para proteger la salud y el bienestar de la población. La exposición y efectos a estos contaminantes se encuentra determinada por factores como las condiciones atmosféricas de la región, tiempo de exposición, tipo de actividad humana, etc. Tienen asimismo distinto potencial y capacidad para producir daños en la salud humana,

dependiendo del tipo de contaminante, sus propiedades físicas y químicas, duración y frecuencia de exposición y su concentración. En la Figura 5.1 se muestra que los efectos de la contaminación producen distintos síntomas de acuerdo a las condiciones de exposición. Por ejemplo, el grueso de la población expuesta (base de la pirámide) presenta efectos subclínicos por ser bajo el grado de severidad. En casos severos, una proporción muy pequeña de la población (cúspide de la pirámide) muere a causa de altas concentraciones de contaminantes y periodos muy prolongados de exposición.

Figura 5.1 Efectos en la salud de acuerdo al grado de concentración de contaminantes atmosféricos



Fuente: Blagden, P., Henderson, D. 2008. New Concepts in Air Quality Indices-Linkage to Health Effects. Environmental Canada. Meteorological Service of Canada. Upwind Downwind Conference, Hamilton

La capacidad de un contaminante para producir un efecto en la salud depende fundamentalmente de dos factores: 1) la magnitud de la exposición y 2) la vulnerabilidad de las personas

expuestas. La magnitud de la exposición está en función de la concentración del contaminante, de la duración de la exposición y de su frecuencia. Por otro lado, la vulnerabilidad de las personas expuestas depende de factores como la edad, genética, género; y a factores como las condiciones médicas, acceso a los servicios de salud y nutrición. Generalmente los grupos más vulnerables son los niños y las personas de la tercera edad. Los niños inhalan una tasa de masa de aire más alta por peso corporal que los adultos, lo que resulta en una exposición. Los niños tienen en general una menor capacidad para metabolizar y secretar sustancias tóxicas (SEMARNAT/INE 2006).

Es importante entonces conocer los tiempos de exposición para determinar los daños que se han causado en los organismos en contacto con los contaminantes.

5.1.1 **Exposición aguda**

La exposición aguda conlleva a periodos de tiempo cortos en contacto con los contaminantes en altas concentraciones causando daños sistémicos al cuerpo humano. Se han detectado casos en los cuales se observa un aumento en la mortalidad derivadas de complicaciones respiratorias por exposición a partículas, ozono y algunos sulfatos. En casos menos severos, se han presentado casos de enfermedades de las vías respiratorias superiores e inferiores como la bronquitis, neumonía, tos, entre otras.

5.1.2 **Exposición crónica**

La exposición crónica se caracteriza por el contacto con los contaminantes a bajas concentraciones en largos periodos de tiempo. Las afecciones a la salud se presentan de manera similar a los casos de exposición aguda. Aunque se mencionan casos del

incremento de la mortalidad por exposición crónica, en la mayoría de las ocasiones se trata de adultos con problemas respiratorios y cardiovasculares degenerativos (Borja, Cícero et al 2001). Los síntomas se detectan principalmente por la disminución de la capacidad respiratoria, aumento de casos de asma e incremento de enfermedades cardíacas.

De igual manera que la exposición aguda, existen otros factores que condicionan la severidad de las afecciones como son: estado físico, hábitos alimenticios, condiciones de fumador, etc.

5.2 Efectos de los contaminantes atmosféricos en la salud humana

A nivel mundial, son seis los contaminantes criterio que se reconocen como contaminantes tóxicos para la salud humana (ozono, monóxido de carbono, partículas suspendidas totales y fracción respirable, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y plomo). Los efectos de cada uno de ellos por sí solos pueden ser menos nocivos que los efectos combinados, por ejemplo, el ozono + PM₁₀.

5.2.1 Ozono¹⁵

El ozono es un gas secundario formado por reacciones fotoquímicas. Es altamente reactivo e impacta directamente en el sistema respiratorio y tejido pulmonar. Los efectos del ozono

^{15,17} Linderhoff, R. *Toxicología ambiental*. Ed. LIMUSA, 1999

se relacionan con el incremento de ingresos hospitalarios para tratamientos de asma y otras enfermedades respiratorias.

La exposición crónica al ozono compromete el funcionamiento del sistema inmune, acelera el proceso de envejecimiento y aumenta la susceptibilidad a otras infecciones. El ozono es un irritante que afecta la mucosa ocular y respiratoria. Algunos estudios revelan que en diferentes grupos de edades poblacionales, la exposición a niveles altos de ozono conduce a síntomas como irritación de ojos, catarro, dolor de garganta, tos seca, dificultad para respirar, dolor de pecho así como un decremento en la función pulmonar.

5.2.2 **Monóxido de carbono**¹⁶

Las emisiones de CO son producto del uso de combustibles fósiles y se forma por la combustión incompleta de sus compuestos. La principal fuente de emisión son los medios de transporte, además de otros procesos como las quemas agrícolas, incendios forestales y urbanos, incineradores, entre otros. La acumulación del CO en zonas urbanas es más común por el tránsito de vehículos automotores y dependerá de la intensidad del tráfico.

Las concentraciones urbanas de CO interfieren con el transporte de oxígeno a la sangre. La hemoglobina (Hb) es el compuesto que transporte oxígeno a los órganos del cuerpo. Para esto, se combina con el oxígeno de los pulmones y forma la oxihemoglobina (HBO₂), que lleva oxígeno a todas las células del cuerpo. El CO que llega a los pulmones junto con el aire inhalado se combina con la Hb para formar carboxihemoglobina (HbCO), siendo esta la sustancia que evita el transporte normal de oxígeno. Los efectos observados de la presencia de HbCO son:

Tabla 5.1 Efectos del CO en la salud humana

% de HbCO	Efectos
Menos de 1	Ningún efecto aparente
1 - 2	Efectos en la conducta
2 - 5	Efectos en el sistema nervioso central: incapacidad para determinar intervalos de tiempo, fallas en la agudeza visual
Más de 5	Cambios funcionales cardiacos y pulmonares

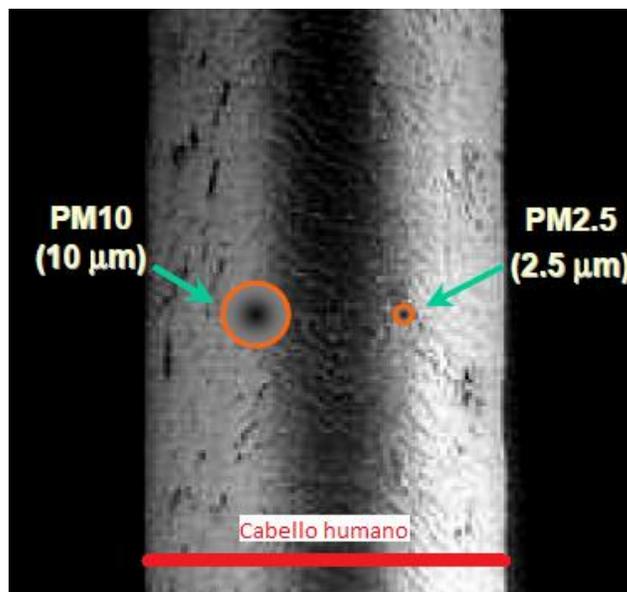
% de HbCO	Efectos
10 - 80	Dolores de cabeza, fatiga, somnolencia, coma, falla respiratoria, muerte

Fuente: Elaboración para el Programa de Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, 2012.

5.2.3 Partículas suspendidas¹⁷

Las partículas grandes son eliminadas normalmente por incrustarse en las vías respiratorias antes de llegar a la región traqueobronquial. Por otro lado, las partículas PM₁₀ o menores (fracción respirable, ver Figura 5.2) ingresan directamente al aparato respiratorio lo que dificulta su expulsión natural.

Figura 5.2 Comparativa de tamaño de partículas



Fuente: <http://pubs.healtheffects.org/getfile.php?u=384/>

En general los contaminantes tienen efectos exacerbados en grupos poblacionales más vulnerables como los niños y adultos mayores. Por ejemplo, los niños asmáticos requieren un mayor

¹⁷ Linderhoff, R. *Toxicología ambiental*. Ed. LIMUSA, 1999.

uso de medicamentos por la exposición a las concentraciones altas de partículas. Los ancianos con afecciones pulmonares, bronquitis crónica, o enfermedades cardíacas suelen agravar sus síntomas por exposición a altas concentraciones de partículas conduciendo a la muerte. Los efectos a largo plazo suelen asociarse a enfermedades obstructivas crónicas y asma, daños de la función pulmonar, entre otros.

En un estudio realizado en Europa se encontró que el costo del sistema de salud por el tránsito y la contaminación por PM₁₀, representa alrededor del 1.7% del PIB, el 6% de las muertes relacionadas a la contaminación, se deben a las PM₁₀.

Las partículas se producen junto con los contaminantes gaseosos debido a distintas actividades antropogénicas. Algunas de las fuentes de emisión de partículas son: fabricación de hierro y acero, producción de cemento, extracción de rocas y minerales, almacenamiento y manipulación de granos, incendios forestales y la combustión de combustibles pesados.

5.2.4 **Dióxido de azufre**¹⁸

Los óxidos de azufre (SO_x) y el ácido sulfúrico (H₂SO₄) están relacionados con el daño y la destrucción de la vegetación, deterioro de los suelos y materiales de construcción. El dióxido de azufre es un gas incoloro, no inflamable y que tiene un olor irritante. Se produce por la combustión de combustibles ricos en azufre. Los aerosoles sulfatados son agentes irritantes con tres a cuatro veces más potencia que el dióxido de azufre por sí mismo. El tiempo medio de permanencia en la atmósfera es de 3 a 5 días.

¹⁸ Linderhoff, R. *Toxicología ambiental*. Ed. LIMUSA, 1999.

Durante el proceso de oxidación del dióxido de azufre (SO₂) en la atmósfera, forma sulfatos que son transportados a grandes distancias y en presencia de humedad forman ácidos por ser altamente higroscópico. Estos ácidos pueden formar parte de las PM_{2.5} e ingresar al sistema respiratorio o formar parte de la llamada lluvia ácida. Se ha observado que el ácido sulfúrico, el dióxido de azufre y las sales de sulfato son irritantes de las membranas mucosas del tracto respiratorio. En algunos otros casos, se detectaron lesiones crónicas del sistema respiratorio como bronquitis y enfisema pulmonar.

Algunos de los efectos agudos sobre la salud humana incluyen la irritación y restricción del paso del aire acompañados de jadeos, sensación de falta de aire y tensión en el pecho en personas con asma.

Los efectos crónicos por exposición al dióxido de azufre incluyen el aumento de la susceptibilidad a la bronquitis y supresión del sistema inmune.

Algunos efectos tóxicos del dióxido de azufre se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 5.2 Efectos del SO₂ en la salud humana

Concentración (ppm)	Efectos
1 - 6	Broncoconstricción
3 - 5	Concentración mínima detectable por el olfato
8 - 12	Irritación de la garganta
20	Irritación en los ojos y tos
50 - 100	Concentración máxima para una concentración corta (30 min)
400 - 500	Puede ser mortal, incluso en una exposición breve

Fuente: Elaboración propia para el Programa de Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, 2012.

5.2.5 Dióxido de nitrógeno¹⁹

El monóxido (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), son contaminantes primarios del aire, El NO, también llamado óxido nítrico es un gas incoloro e inodoro, en tanto que el NO₂ es un gas rojizo de olor fuerte parecido al del cloro. Con la humedad de la atmósfera, el NO₂ puede formar ácido nítrico y ácido nitroso. Ambos pueden precipitarse junto con la lluvia o combinarse con el amoníaco de la atmósfera para formar nitrato de amonio.

La acumulación en el cuerpo humano es un riesgo para las vías respiratorias ya que puede alterar la capacidad de respuesta de las células en el proceso inflamatorio.

Entre los efectos agudos se pueden mencionar los daños a las membranas de las células en el tejido pulmonar y la reducción del paso del aire. Algunos de los efectos crónicos por exposición prolongada a altas concentraciones son la necrosis y muerte celular.

Algunos otros efectos del NO₂ sobre la salud humana se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 5.3 Efectos del NO₂ en la salud humana

Concentración (ppm)	Efectos
1 - 3	Concentración mínima detectable por el olfato
13	Irritación de nariz, garganta y ojos
25	Congestión y enfermedades pulmonares

¹⁹ Linderhoff, R. *Toxicología ambiental*. Ed. LIMUSA, 1999

100 - 1000	Puede ser mortal, incluso tras una exposición breve
------------	---

Fuente: Elaboración propia para el Programa de Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, 2012.

5.2.6 **Plomo**²⁰

El plomo es un elemento especialmente importante debido a sus aplicaciones industriales pero presenta un alto grado de toxicidad aguda y crónica. El plomo no sólo se descarga al medio ambiente durante su extracción, fundición y refinación, sino también durante la combustión de combustibles fósiles y procesamiento de minerales metálicos no ferrosos. Cabe agregar que el 4% del plomo encontrado en la atmósfera es emitido por procesos naturales, el resto se debe a la actividad antropogénica.

El 35% del plomo que llega a la parte baja del sistema respiratorio pasa a la sangre y el resto se elimina pero dependerá de factores como el tamaño de partícula inhalada, ritmo respiratorio y las características intrínsecas del organismo.

Los efectos que se presentan por exposición crónica son torpeza, irritabilidad, dolor de cabeza, temblor muscular, ataxia y pérdida de la memoria. En algunos casos puede haber coma, con o sin convulsiones y generalmente sobreviene la muerte. Se han asociado también otro tipo de problemas renales, del hígado y causa daño neurológico.

²⁰ Linderhoff, R. *Toxicología ambiental*. Ed. LIMUSA, 1999

6. OBJETIVOS, METAS Y ESTRATEGIAS

6.1 Objetivos

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez, tiene como propósito reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, para prevenir y evitar efectos adversos en la salud pública y los ecosistemas.

6.1.1 Objetivo general

Prevenir, controlar y disminuir la contaminación atmosférica mediante medidas y acciones comprometidas por los sectores público, privado, social y académico para reducir emisiones, proteger la salud pública y el medio ambiente.

6.1.2 Objetivos particulares

1. Integrar el tema de calidad del aire en los instrumentos de política pública y de gestión territorial.
2. Fortalecer las capacidades de medición de la calidad del aire y de análisis de los resultados.
3. Fortalecer las capacidades institucionales para aplicar de manera efectiva las acciones del ProAire.
4. Prevenir, controlar y disminuir las emisiones de contaminantes a la atmósfera.
5. Desarrollar el conocimiento sobre los efectos de la calidad del aire sobre la salud pública en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez

6. Informar a la población sobre las tendencias de la calidad del aire.

6.2 Metas

Las metas establecidas en este programa son derivadas de las reducciones de emisiones que se planean para la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez. Estas metas consideran el fortalecimiento esperado en los indicadores empleados en calidad del aire, inventario de emisiones e información que relacione la salud pública con la calidad del aire.

Las metas son reducir en 25 % las emisiones de cada uno de los siguientes contaminantes: PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, COV y NO_x.

6.3 Estrategias

Para el seguimiento de los objetivos y la definición de acciones para cumplir cada uno de ellos, se establecieron ocho líneas estratégicas que se relacionan con diferentes fuentes de emisión y los plazos para ejecutarlas.

Las estrategias que se cumplirán en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez, son:

1. Reducción de emisiones provenientes de la industria (fuentes fijas).

2. Reducción de emisiones de vehículos automotores (fuentes móviles).
3. Reducción de emisiones de comercios y servicios (fuentes de área).
4. Proteger la salud de la población.
5. Fomentar la educación ambiental, la comunicación con la población, la investigación y el desarrollo tecnológico.
6. Conservación de los recursos naturales y planeación del desarrollo urbano y territorial.
7. Garantizar la implementación de las medidas del ProAire ZMSLPSGS
8. Fortalecimiento de la infraestructura y de los recursos humanos para mejorar la calidad del aire.

**7. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA
CALIDAD DEL AIRE**

7.1 ESTRATEGIA 1. REDUCCIÓN DE EMISIONES PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA (FUENTES FIJAS)

Nombre de la Medida:

Medida 1. Establecer y operar sistemas de regulación local para fortalecer y mejorar la aplicación de programas de inspección y vigilancia en la industria, en los tres niveles de jurisdicción (municipal, estatal y federal).

Objetivos:

- Disminuir las emisiones de SO₂, NO_x, PM₁₀ y PM_{2.5} principalmente, generadas por el sector industrial, mediante la regulación de establecimientos de jurisdicción municipal, estatal y federal.
- Implementar programas de inspección y vigilancia de la SEGAM y de los H. Ayuntamientos con la finalidad de garantizar el cumplimiento de la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera.

Justificación:

Es necesario fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en materia de atmósfera de la industria de jurisdicción municipal, federal y estatal asentada en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, para asegurar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de acuerdo a la normatividad aplicable vigente garantizando una calidad del aire satisfactoria para los habitantes de la zona.

Beneficios esperados:

- Regular a los establecimientos industriales asentados en la ZMSLPSGS.
- Reducir y controlar las emisiones contaminantes a la atmósfera de las fuentes fijas de jurisdicción municipal, federal y estatal.

- Incrementar el cumplimiento de la normatividad.
- Contar con una base de datos precisa que muestre la ubicación y características de los establecimientos industriales de la Zona Metropolitana con la finalidad de generar información para elaborar a detalle el inventario de emisiones y el RETC.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
6. Establecer y dar seguimiento a un programa periódico de inspección, para verificar que las industrias de jurisdicción federal tengan la licencia ambiental única actualizada y su reporte anual de la COA.	SEMARNAT, PROFEPA	Reporte anual de la COA % de empresas con cumplimiento Programa de inspección operando y arrojando datos anualmente									
7. Cuantificar anualmente la reducción de las emisiones contaminantes de fuentes fijas.	SEMARNAT, SEGAM	Realizar el inventario emisiones anual de fuentes fijas									

Instrumentación:

- La SEGAM instrumentará con apoyo de la SEMARNAT un esquema de regulación para la industria asentada en la ZMSLPSGS, el cual servirá para mantener actualizado un padrón industrial municipal, estatal y federal que estará enfocado a fortalecer la estimación de las emisiones de la industria asentada en los municipios de la Zona Metropolitana.
- La SEGAM con la asesoría y bajo los lineamientos de la SEMARNAT, elaborará el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Con la información generada por el RETC, se deberán establecer programas de reducción de emisiones la industria asentada en la ZMSLPSGS, en el plazo establecido para la vigencia del ProAire.
- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en coordinación con la SEGAM, realizará visitas de inspección y verificación, de las actividades y procesos de las industrias y actualizará la información con relación al padrón de la industria registrada en el programa Industria Limpia.
- Deberá existir una coordinación entre la SEMARNAT, la SEGAM y las áreas municipales correspondientes para revisar los procedimientos operativos establecidos en los trámites administrativos para la regulación de fuentes fijas de jurisdicción municipal, federal y estatal.

Actores involucrados:

SEMARNAT, PROFEPA, SEGM y H. Ayuntamiento de los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez.

Costo de implementación: \$ 2'500,000

Nombre de la Medida:

Medida 2. Regular emisiones generadas en la industria del cemento y cal.

Objetivo:

Reducir las emisiones de PM₁₀, de PM_{2.5} y de SO₂ provenientes de la industria de cemento y cal, incidiendo en la mejora de la calidad del aire y por ende la salud de la población.

Justificación:

La industria del cemento y cal es uno de los principales giros en la Zona Metropolitana que aporta emisiones de material particulado y de dióxido de azufre, por ello es necesario fortalecer la regulación para que estas industrias disminuyan sus contaminantes de sus procesos.

Es importante atender esta industria para que en el mediano plazo pueda haber una reducción de las emisiones y de los efectos secundarios que conlleva su operación.

Beneficios esperados:

- Regulación en este giro industrial.
- Incidir en una mejor calidad del aire para los habitantes de la región.
- Reducir las emisiones generadas.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
y su reporte anual de la COA.											

Instrumentación:

- La SEGAM coordinará la elaboración de estudios y proyectos relacionados con la identificación, análisis de procesos, combustibles empleados, emisiones generadas y en casos específicos instalación de infraestructura en actividades de extracción de materiales.
- Los estudios deberán ser elaborados con la finalidad de tener información precisa que ayude a la toma de decisiones para la ejecución de acciones que reduzca las emisiones de dióxido de azufre y partículas.
- Con base en esta información se llevarán a cabo campañas de recuperación y rehabilitación de sitios que correspondieron a actividades de extracción de materiales con la finalidad de mejorar el paisaje y de disminuir las emisiones de partículas.

Actores involucrados:

SEMARNAT, PROFEPA, SEGAM, Ayuntamiento de los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez e industrias cementeras y caleras.

Costo de implementación: \$ 3'000,000 correspondientes a la elaboración de estudios

7.2 ESTRATEGÍA 2. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES (FUENTES MÓVILES)

Nombre de la Medida:

Medida 3. Desarrollar e implementar un programa de verificación vehicular obligatoria y un programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes en los municipios de la ZMSLPSGS.

Objetivos:

- Reducir las emisiones de CO, NO_x y COV, provenientes de las fuentes móviles que circulan en la Zona Metropolitana, mediante su inspección periódica.
- Incidir en que los vehículos automotores que circulan en la Zona Metropolitana, tengan un mantenimiento preventivo y correctivo
- Garantizar un transporte limpio en la Zona Metropolitana de SLPSSGS, con la finalidad de que en el año 2016 se lleve a cabo un cumplimiento en la verificación vehicular del 50%.

Justificación:

Los vehículos que no se encuentran en condiciones óptimas de operación o que no tienen un adecuado mantenimiento, producen emisiones contaminantes que son mayores que las de aquellos que reciben mantenimiento.

Los contaminantes emitidos por este tipo de fuentes son principalmente CO, NO_x y COVs, debido a procesos de combustión incompleta o a la operación incorrecta de sus sistemas electromecánicos, por lo que es necesario evaluar sus emisiones periódicamente, garantizando que se encuentran con un buen mantenimiento.

Por lo cual, es prioritario implementar un programa de verificación vehicular obligatorio (PVVO), que sea consistente y homologado en los municipios. Este PVVO deberá considerar, entre otros aspectos, la inspección de los dispositivos y sistemas para el control de la contaminación

instalados en los vehículos automotores y establecer una prueba dinámica para la medición de las emisiones.

Así mismo, el PVVO deberá tener el soporte en un programa de detección de vehículos contaminantes que sirva para la vigilancia y cumplimiento del programa.

Beneficios esperados:

- Reducir emisiones provenientes de los vehículos automotores (CO, NO_x y COVs) mediante un mantenimiento preventivo y correctivo.
- Implementar programas que sirvan como base para mejorar las condiciones de los vehículos automotores que circulan en la Zona Metropolitana.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

<p>6. Diseñar e implementar, como parte integral del PVVO, un programa para la detección y sanción de vehículos ostensiblemente contaminantes.</p>	<p>SEGAM Municipios^a</p>	<p>Programa de detección en ejecución</p>								
--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

^a Áreas administrativas del municipio que correspondan, de acuerdo al Reglamento.

Instrumentación:

- La SEGAM y los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, revisarán y desarrollarán el marco legal para fundamentar la aplicación del PVVO.
- La SEGAM, con apoyo de Semarnat diseñará e instrumentará un programa de capacitación dirigido a los servidores públicos para la correcta aplicación del programa con la finalidad de evitar malas prácticas. Así mismo, asesorará y capacitará al personal técnico de los centros de verificación para llevar a cabo una eficaz operación de los equipos, ésta operación será supervisada para asegurar la adecuada ejecución del programa de verificación.
- La SEGAM en conjunto con los municipios diseñarán los mecanismos de aplicación del PVVO para la detección de vehículos ostensiblemente contaminantes, el cual será ejecutado por ambos gobiernos.

Actores involucrados:

SEGAM y áreas administrativas municipales correspondientes.

Costo: \$ 6'000,000

Nombre de la Medida:

Medida 4. Desarrollar e implementar programas de movilidad urbana de pasajeros.

Objetivos:

- Reducir las emisiones de NO_x, PM₁₀ y PM_{2.5} provenientes del transporte público de pasajeros, mediante la implementación de programas que reduzcan el uso del auto particular.
- Fomentar el uso del transporte público de pasajeros el cual deberá garantizar la calidad en el servicio de operación, disponibilidad de diversas rutas, además de ser un servicio eficiente.

Justificación:

La ZMSLPSGS en la última década ha presentado un crecimiento de consideración importante de la población, esto ha ocasionado un incremento en la flota vehicular, principalmente de vehículos particulares lo cual da como consecuencia un aumento en las emisiones de contaminantes atmosféricos.

Por lo que es necesario contar con un transporte público de pasajeros que motive a desincentivar el uso del vehículo particular mediante un servicio eficiente, ambientalmente limpio, seguro con camiones de última tecnología.

Beneficios esperados:

- Que el gobierno del Estado de San Luis Potosí brinde a los habitantes de los municipios San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez un transporte eficiente y con tecnologías limpias.
- Fomentar el uso de transporte público.
- Reducir emisiones de contaminantes atmosféricos.

la circulación de transporte no motorizado.		de transporte no motorizado											
---	--	--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrumentación:

- La SEGAM deberá desarrollar un estudio integral de movilidad que determine en las principales avenidas corredores viales, ciclovías y corredores de peatones. El estudio propondrá acciones y propuestas enfocadas a reducir el uso unimodal de transporte.
- Adicionalmente, el gobierno estatal a través de las Secretarías y órganos de gobierno correspondientes, promocionarán y aplicarán programas voluntarios (existentes, en desarrollo o de nueva creación) que propicien la reducción de emisiones contaminantes y el ahorro de combustible.

Actores involucrados:

SEMARNAT, SEGAM

Costo: \$2'000,000

Nombre de la Medida:

Medida 5. Regular el autotransporte público y de carga de jurisdicción federal y estatal.

Objetivo:

Reducir las emisiones de NO_x, PM₁₀ y PM_{2.5} generadas por vehículos pesados que circulan en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, mediante su regulación.

Justificación:

El transporte de carga y de pasajeros de jurisdicción federal y estatal que circula en la Zona Metropolitana, contribuye significativamente a las emisiones de PM_{2.5} y PM₁₀.

Por lo tanto, es necesario que estos vehículos regulen sus emisiones con la finalidad de proteger la salud de la población, mediante un programa de inspección y vigilancia que promueva el uso de tecnologías limpias diseñadas para este tipo de transporte.

Beneficios esperados:

- Reducir las emisiones de los vehículos de carga y de pasajeros, de jurisdicción federal y estatal.
- Que los vehículos pesados que circulan en la ZMSLPSGS cumplan con la normatividad aplicable y los límites máximos permisibles especificados.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Hacer un diagnóstico de ubicación e instalar un centro de verificación vehicular del autotransporte de jurisdicción federal en alguno de los municipios de la Zona Metropolitana.	Sct, SEMARNAT	Diagnóstico elaborado Instalación del centro de verificación vehicular									
2. Fomentar el incremento de los vehículos que cumplan con el programa de inspección mantenimiento de transporte federal.	Sct, SEMARNAT	Ejecutar programa de inspección									
3. Elaborar un padrón del transporte público y de carga	Sct, SEMARNAT	Padrón elaborado									
4. Incluir a los vehículos pesados a diesel en el programa de detección y sanción	Sct, SEMARNAT	Presentación de programa de detección									

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

a vehículos ostensiblemente contaminantes de la ZM.											
5. Promover la adopción de tecnologías para reducción del uso de combustibles.	SEMARNAT, Sct, SEGAM	Implementación de programas de adopción de tecnologías									

Instrumentación:

- La Semarnat en coordinación con la SEGAM, impulsará la instalación de un centro de verificación vehicular obligatoria en alguno de los municipios de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez para el transporte de carga.
- Anualmente se revisará la cantidad de vehículos que se someterán a verificación con la finalidad de monitorear el cumplimiento al PVVO por parte de los transportistas.
- Semarnat promoverá programas con la finalidad de que se modernice el transporte de carga mediante la instalación de tecnologías que reduzcan el consumo de combustible y por lo tanto, se reduzca la emisión de contaminantes atmosféricos mediante la adopción del Programa de Transporte Limpio para las asociaciones de transportistas en el Estado de San Luis Potosí.

Actores involucrados:

Sct, SEMARNAT, SEGAM y los propietarios de vehículos del autotransporte público federal

Costo: 3'500,000

7.3 ESTRATEGIA 3. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE COMERCIOS Y SERVICIOS (FUENTES DE ÁREA)

Nombre de la Medida:

Medida 6. Regular las emisiones originadas de los hornos ladrilleros.

Objetivo:

Reducir las emisiones del proceso de cocción en los hornos ladrilleros asentados en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí.

Justificación:

En los municipios de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, actualmente operan diversos complejos con hornos ladrilleros los cuales emiten gases y partículas que son visibles.

Lo que ha provocado problemas en la salud de la población que opera estos hornos y la que está asentada en cercanía con los complejos.

La situación requiere de atención por parte de las autoridades ambientales al sector ladrillero para su regulación y control de emisiones garantizando una correcta operación.

Beneficios esperados:

- Regulación de los hornos ladrilleros.
- Implementar mejoras en el proceso de elaboración del ladrillo.
- Reducir las emisiones contaminantes y la afectación a la salud.
- Incrementar la participación del sector ladrillero en el área empresarial.

- Incluir tecnología innovadora para los hornos ladrilleros.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

el uso de tecnologías más limpias.		opciones de financiamiento												
---------------------------------------	--	-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrumentación:

- Es importante que el Estado de San Luis Potosí cuente con un padrón actualizado de las ladrilleras que está asentadas en la zona. La SEGAM en coordinación con las direcciones de ecología y medio ambiente de los municipios, mantendrán actualizado el padrón de hornos ladrilleros para conocer sus características operacionales y el tipo de combustible que emplean en la fabricación de ladrillos.
- Derivado de la información obtenida del padrón, la SEMARNAT en coordinación con la SEGAM, gestionarán la elaboración de una norma para reducir las emisiones de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ por la fabricación de ladrillos.
- Conforme lo que se establezca en los programas de inspección y vigilancia, se harán visitas periódicas al menos semestralmente para cumplir la normatividad de emisiones de dichas fuentes.
- Así mismo, la SEGAM en coordinación con los municipios elaborará programas de capacitación para mejorar los procedimientos de fabricación y brindar asesoría para la conformación de micro-empresas. Deberán los municipios ser asesorados por SEGAM y SEMARNAT para la implementación de mejores prácticas en este aspecto.

Actores involucrados:

SEMARNAT, SEGAM y municipios de la Zona Metropolitana de SLP-SGS.

Costo: 4'500,000

Nombre de la Medida:

Medida 7. Regular y reducir las emisiones por el uso de leña y carbón empleados en la cocción de alimentos, en hogares y establecimientos.

Objetivos:

- Reducir las emisiones de PM₁₀, PM_{2.5} y CO proveniente de las estufas, parrillas y calentadores que emplean leña y carbón como combustible.
- Disminuir la exposición personal a estos contaminantes a los habitantes de la Zona Metropolitana.

Justificación:

Es necesario establecer acciones específicas para la disminución de emisiones contaminantes de PM₁₀, PM_{2.5} y CO, así como reducir la exposición de las personas a éstas emisiones.

Es importante resaltar que se debe tener como prioridad proteger la exposición de las personas que emplean el uso de leña y carbón para cocción de alimentos, para lo cual es necesario impulsar las siguientes acciones:

1. Identificar estufas más eficientes y accesibles (para los establecimientos y casas).
2. Analizar la factibilidad del uso de combustibles alternos que sean menos perjudiciales a la salud.
3. Definir métodos de control en establecimientos que empleen ese tipo de combustible.
4. Desarrollar mecanismos de financiamiento a las familias para cambio de estufas de tecnología reciente y menos contaminante.

Beneficios esperados:

- Reducir la exposición a los contaminantes generados por la preparación y cocción de alimentos.

- Proteger la salud de la población que tiene escasos recursos o que su actividad económica es mediante el uso de este tipo de tecnologías.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
 San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

hogares establecimientos comerciales.	y										
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

^a Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo al reglamento.

Instrumentación:

- Las autoridades de los municipios de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, elaborarán un estudio el cual tendrá la finalidad de identificar y seleccionar las mejores tecnologías disponibles para la cocción de alimentos en establecimientos comerciales y de servicios y en los hogares.
- La SEGAM en coordinación con Semarnat, identificarán las opciones de financiamiento que puedan apoyar a la adquisición de estufas o tecnologías eficientes.
- En conjunto los gobiernos municipales y la SEGAM, elaborarán campañas de concientización a la población que habita en la Zona Metropolitana con la finalidad de que estos tengan acceso a las estufas seleccionadas en el proyecto.
- Así mismo, diseñarán y ejecutarán una estrategia integral para la promoción del uso del gas natural, gas LP en hogares donde empleen otro tipo combustible que afecte en menor medida la salud de la población debida a la exposición.

Actores involucrados:

Áreas de medio ambiente y salud de los municipios, SEGAM y SEMARNAT.

Costo: 3'000,000

Nombre de la Medida:

Medida 8. Regular las emisiones de los establecimientos de jurisdicción municipal.

Objetivo:

Desarrollar reglamentos, normas y protocolos para verificar el cumplimiento de la normatividad vigente de los establecimientos de jurisdicción municipal asentados en la Zona Metropolitana de SLP-SGS.

Justificación:

Las fuentes de área contribuyen con 1,109 ton/año de PM₁₀, con 18,120 ton/año de COV, 2,858 ton/año de CO, principalmente. Por lo cual, es necesario implementar acciones específicas para la disminución de emisiones enfocadas a estos contaminantes.

La diversidad de este tipo de fuentes es el reto que se debe cubrir para atender la disminución en las emisiones, para lo que se deberán realizar acciones con una visión general de diseño, atención e instrumentación.

Beneficios esperados:

- Regular los establecimientos de jurisdicción municipal.
- Reducir emisiones de PM₁₀, COV y CO.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

<p>6. Diseñar e implementar programas para verificar las condiciones de operación y mantenimiento de equipos de combustión y de buenas prácticas en el manejo de gas y otros combustibles, en establecimientos de jurisdicción municipal.</p>	<p>Municipios</p>	<p>Programa ejecutado y presentado</p>									
<p>7. Instrumentar y actualizar el Sistema de Información Geográfica para establecimientos de jurisdicción municipal</p>	<p>Municipios</p>	<p>Actualización del sistema</p>									

^a Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo al reglamento.

Instrumentación:

- Las áreas de medio ambiente de los municipios de San Luis Potosí y de Soledad de Graciano Sánchez colaborando en coordinación, establecerán un registro de establecimientos comerciales y de servicios en donde anualmente se reporten las actividades comerciales que generan emisiones a la atmósfera.
- El registro servirá para llevar a cabo el diseño e implementación de programas que verifiquen las condiciones de operación y de buenas prácticas en el manejo de los combustibles y de los equipos empleados.
- Para lo cual, deberán mantener actualizado el padrón de los establecimientos comerciales y de servicios, revisarán el marco jurídico para fortalecer la regulación de estos giros e implementarán un programa para verificar las condiciones y mantenimiento de los equipos.
- En coordinación con la Semarnat, los municipios llevarán a cabo la elaboración y la implementación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes para los establecimientos asentados en la Zona Metropolitana.

Actores involucrados:

SEMARNAT y las áreas administrativas de los municipios que de acuerdo a reglamentos correspondan.

Costo: 2'000,000

7.4 ESTRATEGIA 4. PROTEGER LA SALUD DE LA POBLACIÓN

Nombre de la Medida:

Medida 9. Implementar un programa de vigilancia epidemiológica.

Objetivo:

Diseñar e implementar un programa de vigilancia epidemiológica que reduzca los efectos a la salud negativos debidos a la exposición a contaminantes atmosféricos en la Zona Metropolitana.

Justificación:

Es importante conocer los efectos a la salud de la población de la Zona Metropolitana de SALP-SGS derivados de la exposición a los contaminantes atmosféricos.

Para lo cual es necesario diseñar e implementar un Programa de Vigilancia Epidemiológica que sea la directriz para establecer parámetros como la contingencia atmosférica.

De acuerdo a los datos recopilados que resulten de los sistemas de vigilancia epidemiológica, se pueden conocer las causas y efectos en la salud poblacional. Así mismo, será de utilidad para evaluar los costos al sistema de salud y evaluar la eficiencia del ProAire.

Beneficios esperados:

- Consolidar una base de datos confiable para la toma de decisiones del sistema de salud y del gobierno estatal para implementar medidas de control de emisiones de las distintas fuentes.

epidemiológica a la población												
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrumentación:

- Para la implementación de esta medida se requiere de la participación de la Secretaría de Salud Estatal, con apoyo de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud Federal.
- En conjunto desarrollarán e implementarán el programa de vigilancia epidemiológica.
- Para garantizar su difusión, se informará a la población de este programa por distintos medios.
- Se creará un grupo integrado por dependencias federales, estatales y municipales, para analizar la información del sector salud y medio ambiente con el fin de capacitar a los servidores públicos de las dependencias participantes con información validada.

Actores involucrados:

Secretaría de Salud del Gobierno de San Luis Potosí, COFEPRIS, IMSS, ISSSTE, SEGAM, clínicas y hospitales privados.

Costo: 4'500,000

Nombre de la Medida:

Medida 10. Elaborar proyectos de investigación sobre los efectos en la salud ocasionados por la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez.

Objetivo:

Promover y elaborar estudios actualizados sobre los contaminantes atmosféricos en la salud de la población de la Zona Metropolitana.

Justificación:

La actualización de información a través de los proyectos de salud se complementa con la información de la red de monitoreo para finalmente evaluar los riesgos a la salud por la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos.

Beneficios esperados:

- Integrar con un sistema de información actualizado para desarrollar políticas ambientales orientadas a la protección de la salud.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

investigación en materia de salud.	Gobierno estatal											
5. Dar a conocer la información generada por medios electrónicos e impresos	Secretaría de Salud del Gobierno estatal	Difusión de información										

Instrumentación:

- Para la implementación de esta medida se requiere de la participación de la Secretaría de Salud Estatal, con apoyo de la Dirección General de Protección contra Riesgos Sanitarios y la Dirección General de Servicios de Salud. En conjunto desarrollarán e implementarán el programa de vigilancia epidemiológica. Para garantizar su difusión, se informará a la población de este programa por distintos medios.
- Se creará un grupo integrado por dependencias federales, estatales y municipales, para promover proyectos del sector salud y medio ambiente, diseñar programas de prevención y proporcionar información suficiente para la toma de decisiones en materia de salud.

Actores involucrados:

Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí.

Costo: \$5'000,000

Nombre de la Medida:

Medida 11. Implementar un Programa de Contingencias Atmosféricas.

Objetivo:

Desarrollar un instrumento que contenga estrategias, acciones y actividades que se implementen en caso de que se presenten episodios de altas concentraciones de contaminantes que afecten la salud de la población.

Justificación:

Es necesaria la ejecución e implementación de un Programa de Contingencias Atmosféricas para que en caso de presentarse altos niveles de contaminación atmosférica excedencias a las normas vigentes, se proteja la salud de los grupos poblacionales vulnerables como son los niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Con la ejecución del programa, se busca reducir la emisión de contaminantes mediante la alerta ambiental y la implementación de actividades.

Beneficios esperados:

- Contar con una herramienta para la toma de decisiones orientadas a la protección de la salud de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Diseñar el Programa de Contingencias Atmosféricas y nombrar un comité para su ejecución.	SEMARNAT, SEGAM Secretaría de Salud de San Luis Potosí, Municipios.	Programa de contingencias implementado Instalación del Comité									
2. Vigilar la aplicación del Programa de Contingencias Atmosféricas.	SEMARNAT, SEGAM Secretaría de Salud de San Luis Potosí, Municipios.	Publicar resultados del Programa de Contingencias Atmosféricas									
3. Desarrollar y dar a conocer la estrategia de comunicación a la población de los niveles de activación del Programa de Contingencias Atmosféricas.	SEMARNAT, SEGAM Secretaría de Salud de San Luis Potosí, Municipios.	Estrategia de comunicación diseñada e implementada									
4. Actualizar y consensuar los niveles de activación y desactivación del Programa de	SEMARNAT, SEGAM	Publicar los niveles de activación									

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

Contingencias Atmosféricas	Secretaría de Salud de San Luis Potosí, Municipios.										
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrumentación:

- La SEMARNAT, la SEGAM, la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí y las dependencias municipales de medio ambiente y salud, desarrollarán conjuntamente el programa de contingencias atmosféricas.
- Con el cual, se busca evitar la exposición de la población a niveles altos de contaminantes que induzcan riesgos a la salud.
- Así mismo, el gobierno estatal y municipal a través de las dependencias de salud y medio ambiente, darán a conocer los niveles de activación y desactivación del programa.
- Los niveles se revisarán en periodos bianuales para su actualización si se considera necesario.

Actores involucrados:

SEMARNAT, Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí, SEGAM.

Costo: 1,000, 000

7.5 ESTRATEGIA 5. FOMENTAR LA EDUCACIÓN AMBIENTAL, LA COMUNICACIÓN CON LA POBLACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Nombre de la Medida:

Medida 12. Elaborar y ejecutar un programa de educación ambiental.

Objetivo:

Incidir en la creación de una conciencia ambiental de la población que habita la Zona Metropolitana mediante la implementación de un programa de educación ambiental.

Justificación:

Es importante que los habitantes de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí conozcan los efectos negativos y positivos sobre la calidad del aire y el ambiente derivados de las actividades antropogénicas.

Con ello se motiva la conciencia sobre nuestras actividades diarias, influyendo en nuestras tomas de decisión sobre lo que consumimos y como vivimos diariamente.

Mediante un programa de educación ambiental se incide directamente sobre los cambios positivos que se reflejarían en el desarrollo urbano y cuidado y protección al medio ambiente.

Beneficios esperados:

- Propiciar que los habitantes de la Zona Metropolitana sean participativos y estén informados para reducir los impactos al ambiente.
- Crear una conciencia sobre el uso ilimitado de los recursos no renovables, incidiendo en la toma de decisiones de los habitantes.

Instrumentación:

- La SEMARNAT, la SEGAM y los municipios, coordinadamente, detectarán las necesidades de capacitación en materia de educación ambiental mediante un estudio.
- El programa será diseñado con la participación de los sectores involucrados, la implementación deberá ser realizada en coordinación con los tres órdenes de gobierno, para lo cual se deberán asignar responsabilidades de seguimiento y actualización y evaluación de las actividades.
- Se diseñará una campaña de difusión de acuerdo a la identificación de necesidades de educación ambiental.
- Así mismo, se propone un esquema de seguimiento para evaluar la eficiencia del programa.

Actores involucrados:

SEMARNAT, SEGAM, Secretaría de Educación del Gobierno de San Luis Potosí, municipios, academia, medios de comunicación estatales y locales, organizaciones civiles y población en general.

Costo: \$3'000,000

Nombre de la Medida:

Medida 13. Diseño e instrumentación de la Estrategia de Comunicación Pública de la Calidad del Aire

Objetivo:

Desarrollar una estrategia que mantenga informada a la población que habita la ZM SLPSGS acerca de los niveles de la calidad del aire, sus efectos y las medidas que se deberán tomar en caso de una contingencia.

Justificación:

Es importante que la población de la Zona Metropolitana esté informada acerca de los niveles de contaminación a los que están expuestos para prevenir exposiciones prolongadas y evitar la afección a su salud.

Las dependencias de medio ambiente y salud del estado y de los municipios, deberán de desarrollar un plan de comunicación de la calidad del aire, con la finalidad de fomentar la participación y divulgación de la información a la población.

Con ello se creará un cultura ambiental desde la Zona Metropolitana permeando en todo el Estado de San Luis Potosí.

Beneficios esperados:

- Contar en la Zona Metropolitana con habitantes participativos e informados sobre el tema de calidad del aire.
- Promover que la población sea consciente en la atención del problema de la calidad del aire.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Elaborar un plan de comunicación que establezca un índice de calidad del aire para su difusión a través de medios de comunicación.	SEGAM, municipios y SEMARNAT	Plan de comunicación elaborado									
2. Informar a la población acerca del plan de comunicación y el significado del índice de calidad del aire mediante visitas periódicas a edificios públicos.	SEGAM, municipios	Difusión del plan de comunicación									

3. Diseñar criterios de evaluación de los alcances del plan de comunicación.	SEGAM, municipios	Presentación de criterios de evaluación									
--	----------------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrumentación:

- De forma coordinada la SEGAM, la SEMARNAT y los municipios elaborarán un plan de comunicación que considere su difusión de forma integral (mediante periódicos, internet, plazas públicas, folletos, radio, etc.). Este plan deberá incluir un índice de calidad del aire.
- Con el fin de promover el conocimiento acerca de los índices de la calidad del aire, se programarán visitas periódicas a edificios públicos (escuelas, hospitales, oficinas) y privados (empresas, cines, centros comerciales).

Actores involucrados:

SEGAM, municipios, SEMARNAT, medios de comunicación estatales y locales, Instituciones educativas y de investigación, organizaciones civiles y población en general.

Costo: \$1'000,000

Nombre de la Medida:

Medida 14. Desarrollar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

Objetivo:

Impulsar las acciones para el mejoramiento de la calidad del aire mediante el desarrollo de estudios científicos y tecnológicos que sirvan de sustento para la toma de decisiones.

Justificación:

Es necesario realizar estudios de investigación en la Zona Metropolitana con la finalidad de comprender la complejidad de la química atmosférica y sus posibles efectos en la salud, por lo cual se requiere de estudios de investigación y desarrollo tecnológico en el corto, mediano y largo plazo.

Es importante que en estos estudios se integren las instituciones académicas, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad en general, debido a la interacción que se generará durante el proceso de diseño, elaboración e implementación de los proyectos.

Será necesaria la difusión mediante del plan de comunicación para conocer los avances y resultados obtenidos por los estudios.

Beneficios esperados:

- Contar con información completa sobre la calidad del aire y sus efectos y las alternativas tecnológicas que ayudarán a disminuir los impactos negativos en la Zona Metropolitana y generar información para la toma de decisiones.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Identificar los proyectos que servirán como aporte al ProAire.	SEMARNAT, INECC, SEGAM, Secretaría de Salud, municipios	Cartera de proyectos elaborada									
2. Desarrollar los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.	SEMARNAT, INE, SEGAM, Secretaría de Salud, municipios	Proyectos desarrollados anualmente									
3. Realizar compromisos oficiales con las instituciones de investigación para el desarrollo de proyectos de investigación en materia de calidad del aire.	INE, SEGAM, Secretaría de Salud, municipios	Firmar convenios de apoyo anualmente									

Instrumentación:

- Se identificarán los proyectos prioritarios de investigación en trabajo conjunto de la SEGAM, la SEMARNAT, el INE, la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí y los municipios.
- A través del trabajo de investigación y el compromiso de las dependencias involucradas, se estimarán los costos de los proyectos y se fortalecerán las capacidades institucionales.

Actores involucrados:

SEMARNAT, INE, SEGAM, la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí y los municipios.

Costo: \$5'000, 000

7.6 ESTRATEGIA 6. CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y PLANEACIÓN DEL DESARROLLO URBANO Y TERRITORIAL

Nombre de la Medida:

Medida 15. Desarrollar e implementar un plan para reducir las emisiones de terrenos sin cubierta vegetal y caminos sin pavimentar.

Objetivo:

Reducir las emisiones de partículas de áreas que son sometidas a la erosión por la acción del viento.

Justificación:

Los caminos sin pavimentar, zonas sin cubierta vegetal y la actividad agrícola en la Zona Metropolitana SLP SGS, son fuentes de generación de material particulado que debido a la acción del viento son suspendidas, ocasionando problemas en la calidad del aire de la región y en la salud de sus habitantes.

Beneficios esperados:

- Reducir las emisiones de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}.
- Establecer acciones de restauración de zonas erosionadas y desprovistas de vegetación.
- Definir programas de reforestación y acondicionamiento de áreas verdes.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Elaborar un diagnóstico que identifique áreas desprovistas de vegetación y expuestas a los efectos de la erosión por acción del viento.	SEGAM, Municipios	Diagnóstico elaborado									
2. Elaborar una base de datos georeferenciados de áreas desprovistas de cubierta vegetal en la jurisdicción municipal.	Municipios	Base de datos de áreas desprovistas de cubierta vegetal Publicación de resultados									
3. Desarrollar e implementar un programa de reforestación y mantenimiento de áreas verdes y restauración de suelos sin	Municipios	Implementación del programa Seguimiento anual del programa									

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

vegetación con especies endémicas.												
4. Asegurar la sobrevivencia de las especies plantadas	SEGAM, Municipios	Seguimiento anual del programa										

Instrumentación:

- Para el cumplimiento de esta medida es importante iniciar con la elaboración de un diagnóstico de áreas desprovistas de vegetación y zonas de erosión por acción del viento de jurisdicción municipal y estatal, calles sin pavimentar y caminos municipales en la Zona Metropolitana.
- Simultáneamente se deberá representar cartográficamente empleando sistemas de información geográfica, facilitando las actividades de monitoreo de las zonas y el seguimiento a las actividades de reforestación.
- Los planes que sean necesarios aplicar derivado del diagnóstico, deberán ser desarrollados e implementados en coordinación con las autoridades municipales y estatales para el logro de objetivos.

Actores involucrados:

Municipios, SEGAM

Costo: \$ 2'500,000

Nombre de la Medida:

Medida 16. Desarrollar un Plan de Ordenamiento Territorial para la ZM SLP SGS.

Objetivo:

Fomentar un crecimiento ordenado en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez, a través de la integración de métodos y procedimientos que permitan vincular las políticas de desarrollo en acciones concretas para resolver las problemáticas que experimenta.

Justificación:

Implementar una planeación estratégica en coordinación con la planeación urbano-regional, el desarrollo territorial geoespacial y la sociología urbana, los cuales permitirán contar con herramientas para establecer modelos metodológicos que se han sido utilizados en el ordenamiento territorial.

Es importante que la Zona Metropolitana cuente con el plan de ordenamiento territorial ya que en éste se establecerán zonas para actividades específicas buscando lograr la armonización entre la población satisfaciendo sus necesidades básicas.

Beneficios esperados:

- Contar con un mapa base de la Zona Metropolitana sujeta a ordenamiento.
- Conocer las variables e indicadores de los subsistemas físico-biótico, demográfico-social, económico-productivo, urbano-regional y legal-administrativo.
- Elaborar un Sistema de Información Geográfica y Estadística que facilite el desarrollo del Programa de Ordenamiento Territorial.
- Lograr una armonización territorial en la Zona Metropolitana de SLP SGS.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Publicar e instrumentar un plan de ordenamiento territorial para la ZM SLPSGS, estableciendo criterios para definir los usos de suelo considerados.	SEGAM, SEMARNAT, Municipios	Elaboración del plan Presentación del plan Ejecución del plan									
2. Elaborar y publicar el Reglamento para la aplicación del programa de ordenamiento territorial.	SEGAM	Publicación del reglamento									
3. Implementar y operar un sistema de indicadores de monitoreo y evaluación del Plan de Ordenamiento Territorial.	SEGAM, municipios	Publicación del sistema Evaluación anual del sistema									
4. Conformar un Comité de Evaluación y Seguimiento para el Plan de Ordenamiento Territorial.	SEGAM Municipios	Presentación del Comité									

Instrumentación:

- La ZM SLPSGS es necesario que cuente con un Plan de Ordenamiento Territorial a escalas cartográficas de 1:5000 para los principales centros urbanos y 1:50000 para el resto del territorio, dentro de las características que deberá contar el Plan deberá ser elaborado con una prospectiva de planeación de mínimo 10 años.
- Para lo cual, es necesaria la coordinación entre los tres niveles de gobierno y con los diferentes sectores de la sociedad organizada, para definir y establecer un programa de acciones que permitan establecer el aprovechamiento del territorio, desde un enfoque sistémico.

Actores involucrados:

SEDESOL, SEMARNAT, SEGAM y áreas responsables de los municipios.

Costo: \$2, 500,000

7.7 ESTRATEGIA 7. FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Nombre de la Medida:

Medida 17. Conformar un Comité para la implementación, seguimiento y evaluación del ProAire de la ZM SLP SGS.

Objetivos:

- Establecer un Comité que sea responsable de impulsar y dar seguimiento al cumplimiento de las medidas establecidas en el ProAire,
- Evaluar los resultados de la reducción de emisiones y de gestión ambiental derivados de la ejecución y cumplimiento de las medidas.

Justificación:

Es importante garantizar que las acciones plasmadas en el ProAire se realicen lo cual aseguraría el cumplimiento de las metas establecidas.

Por lo cual, mediante un Comité se desarrollarán mecanismos de evaluación, seguimiento y evaluación del desempeño y cumplimiento del ProAire en el periodo de vigencia.

Lo que permitirá conocer con el grado de cumplimiento de las diferentes estrategias del programa, con lo cual se podrán identificar las oportunidades de mejoramiento de la ejecución de las medidas.

Beneficios esperados:

- Dar seguimiento a los avances del ProAire, indicando de forma oportuna los avances y/o atrasos que pudieran derivarse de la ejecución del programa.

Instrumentación:

- La SEMARNAT y la SEGAM, establecerán los lineamientos de operación y funcionamiento del Comité. Ésta acción deberá realizarse mediante la coordinación de los actores involucrados en el ProAire los cuales integrarán grupos de trabajo por cada estrategia establecida en el documento. Con ello, se permitirá la implementación acciones comprometidas.
- Para lo cual, se nombrará un responsable para cada grupo. Los responsables de cada grupo de trabajo realizarán el seguimiento de cada una de las medidas establecidas y deberán evaluar los indicadores.
- Para el buen funcionamiento de los grupos, deberá ser necesario formalizar la participación de los actores mediante una carta compromiso para cada instancia involucrada, de manera que participe permanentemente y verifique el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

Actores involucrados:

SEMARNAT, PROFEPA, Ssa, COFEPRIS, Secretaría de Salud del Estado, Sct, Sep, SEGAM, Protección Civil, centros de investigación e instituciones de educación superior, organizaciones de la sociedad civil, organismos internacionales, las áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo al reglamento y cualquier otro que el Comité considere necesario.

Costo: \$ 1'000,000

Nombre de la Medida:

Medida 18. Definir un esquema de financiamiento para la ejecución de las medidas del ProAire ZM SLP SGS.

Objetivo:

Obtener recursos económicos mediante la gestión de los principales actores involucrados para facilitar la ejecución de las medidas del programa.

Justificación:

Las medidas de corto, mediano y largo plazo establecidas en el ProAire, requieren de un soporte financiero para su ejecución e implementación.

Beneficios esperados:

- Garantizar el cumplimiento de las medidas contenidas en el ProAire.
- Gestionar el financiamiento para ejecutar las acciones.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

4. Informar periódicamente de los avances de la ejecución de las acciones del Programa.	SEGAM, Grupos de Trabajo	Presentar resultados anualmente									
---	-----------------------------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrumentación:

- De acuerdo a las medidas y acciones del ProAire, los grupos de trabajo deben revisar las fuentes de financiamiento disponibles para obtener acceso a los recursos en coordinación con los gobiernos federal, estatal y municipal.

Actores involucrados:

Gobiernos municipales, SEMARNAT, PROFEPA, SEGAM, Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, instituciones educativas, asociaciones civiles y población en general.

Costo: \$ 500,000

7.8 ESTRATEGIA 8. FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DE LOS RECURSOS HUMANOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE

Nombre de la Medida:

Medida 19. Fortalecer el monitoreo atmosférico.

Objetivo:

Contar con información de calidad del aire en las estaciones de monitoreo instaladas en la ZMSLPSGS, garantizando homologación de procedimientos y criterios para la validación de los datos, mediante una operación adecuada.

Justificación:

Es importante conocer los niveles de calidad del aire en la Zona Metropolitana, ya que éste es uno de los principales indicadores para dictar la política pública en pro del medio ambiente.

Por lo cual es necesario que la red de monitoreo establecida en la ZM SLP SGS opere de forma adecuada.

El fortalecimiento en las capacidades técnicas para la medición de los contaminantes atmosféricos y su cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas, deben cumplir con los lineamientos establecidos por las autoridades federales.

Beneficios esperados:

- Generar la información de calidad del aire en la ZMSLPSGS.
- Fortalecer capacidades técnicas institucionales.
- Contar con un instrumento que sirva para informar a la población sobre la calidad del aire.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de
 San Luis Potosí - Soledad de Graciano Sánchez 2013-2021

7. Asignar recursos anuales para la operación adecuada de las estaciones de monitoreo.	SEGAM	Reporte de montos asignados									
--	-------	-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Instrumentación:

- La SEGAM en conjunto con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, determinarán las necesidades para la operación y adecuado funcionamiento de la red de monitoreo en la ZM SLP SGS con la finalidad de obtener un diagnóstico en tiempo real de las condiciones de calidad del aire.
- La capacitación del personal debe incluir conocimientos para la modelación y pronóstico de la calidad del aire.

Actores involucrados:

INECC, SEGAM.

Costo: \$ 5,000,000

Nombre de la Medida:

Medida 20. Actualizar bianualmente el inventario de emisiones de contaminantes criterio y elaborar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.

Objetivos:

- Actualizar la información de las emisiones provenientes de las diversas fuentes dentro de la Zona Metropolitana, en coordinación con la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de la Semarnat.
- Elaborar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero que servirá como base para el establecimiento de políticas ambientales en la materia.

Justificación:

La Zona Metropolitana de SLP SGS, debe contar con un inventario actualizado para identificar los cambios en las emisiones, cuantificar su impacto y medir la eficacia de la implementación de las medidas del Pro Aire.

El inventario de emisiones será un insumo primordial para la modelación y pronóstico de la calidad del aire.

Beneficios esperados:

- Generar escenarios de emisiones.
- Medir la eficacia de las medidas del ProAire mediante una herramienta cuantitativa.

Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Actualizar cada dos años el inventario de emisiones	SEMARNAT, SEGAM, Municipios, universidades e institutos de investigación	Presentación bianual de los resultados									
2. Elaborar y actualizar el inventario de gases de efecto invernadero.	INECC SEGAM	Presentación bianual del documento									
3. Generar escenarios de emisiones, proyecciones e impactos con la información de los inventarios.	SEGAM, Municipios, Universidades e institutos de investigación	Generación de escenarios bianual									

Instrumentación:

- En un trabajo coordinado por parte de la SEMARNAT, la SEGAM y las áreas administrativas de los municipios, se hará la planeación para la elaboración del inventario de emisiones.
- Y en conjunto con el INECC, se elaborará el inventario de gases de efecto invernadero, para elaborar la estrategia estatal de cambio climático.
- Es necesario realizar la actualización para los años base correspondientes a 2013 y 2015, con la finalidad de contar con información actualizada de la dinámica de las diversas fuentes.

Actores involucrados:

SEMARNAT, INECC, SEGAM y municipios.

Costo: \$ 3,000,000

8. GLOSARIO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuentes de área. Representan a todas aquellas fuentes de emisión que son muy pequeñas, numerosas y dispersas, lo cual dificulta que puedan ser incluidas de como fuentes puntuales.

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

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

Fuentes móviles no carreteras. Incluyen todo el equipo automotor o portátil cuya operación en caminos públicos está prohibida. Como ejemplos de esta categoría está el

equipo utilizado en actividades de construcción y agrícolas, aeronaves, locomotoras y embarcaciones marítimas comerciales.

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

Medio ambiente. Sistema constituido por elementos bióticos y artificiales en modificación permanente por elementos naturales o por el hombre que rigen la existencia del mismo.

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

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

9. REFERENCIAS

Bibliografía

- Albert, L. *Curso básico de toxicología ambiental*. Noriega editores, México. 1995.
- Blagden, P. *New Concepts in Air Quality Indices-Linkage to Health Effects*. Environmental Canada. Meteorological Service of Canada. Upwind Downwind Conference, Hamilton, March 30. 2008.
- CEPAL, *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2009.
- CEPAL, *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*, CEPAL, Santiago de Chile, 2001.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. México. 2007.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. *Síntesis Ejecutiva de la Estrategia Nacional de Cambio Climático*. México. 2007.
- Diario Oficial de la Federación. *Creación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático*. México. 25 de abril de 2005.
- DOF, *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, DOF, 2008.
- DOF, *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, DOF, 2008.
- DOF, *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera*, DOF, 2004.

- Escobar L., Indicadores sintéticos de calidad ambiental: Un modelo general para grandes zonas urbanas, Eure, agosto, año/vol. XXXII, número 096, 2006.
- ERG. *Desarrollo de proyecciones para el inventario nacional de emisiones de México para el 2008, 2012 y 2030.* México, 2009.
- Espinosa M. *Revisión y estructuración de los manuales de monitoreo atmosférico para fortalecer la operación y mantenimiento de las redes de monitoreo de la calidad del aire que operan en el país,* Instituto Nacional de Ecología. 2007.
- Guttman Sterimberg E., *Diseño de un sistema de indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá,* CEPAL, 2004.
- INE, 2007. *Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas.* México, D.F. 2007.
- INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México-Producto Interno Bruto por entidad federativa.* México, 2011.
- INEGI. *Delimitación de zonas metropolitanas de México.* México. 2004.
- INEGI. *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.* México. 2009.
- INEGI. *Atlas. Situación actual de la división político-administrativa interestatal.* Estados Unidos Mexicanos. México. 2006.
- INEGI. *Delimitación de zonas metropolitanas de México.* México. 2004.
- Molina, M. *La Calidad del Aire en la Megaciudad de México, un enfoque integral.* Fondo de Cultura Económica, México. 2005.

- PNUMA. *Manual de ciudadanía ambiental global*. México. 2005.
- Poder Ejecutivo Federal. *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, Anexos*. México. 2009.
- Poder Ejecutivo Federal. *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, Capítulos*. México. 2009.
- SEMARNAT. *México, Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. INE_SEMARNAT. 2009.
- SENER. *Prospectiva de Petrolíferos 2012-2026*. México.
- SENER. *Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo 2010-2025*. México.
- SENER. *Prospectiva del Mercado de Gas Natural 2010-2025*. México.
- Vega, E. *Estudio integral de partículas atmosféricas en la Ciudad de México*. Instituto Mexicano del Petróleo, México. 2004.

Normas Oficiales Mexicanas

- NOM-020-SSA1-1993: "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O₃). Valor normado para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".
- NOM-021-SSA1-1993: "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".

- NOM-022-SSA1-2010: "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".
- NOM-023-SSA1-1993: "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".
- NOM-025-SSA1-1993: Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM₁₀ y partículas menores de 2.5 micrómetros PM_{2.5} de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire.
- NOM-017-Ssa-1998: Para la vigilancia epidemiológica.
- NOM_086_SEMARNAT_SENER_SCFI_05: Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.

Páginas electrónicas consultadas

- Áreas prioritarias por municipio (consultada en octubre de 2012):
<http://www.conafor.gob.mx/anexos2010proarbol/?estado=27&se1=0>
- Banco de Información Económica de INEGI (consultada en septiembre de 2012): <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVM1003300070>
- Banco Nacional de Datos Climatológicos (consultada en septiembre de 2012):
<http://smn.cna.gob.mx/climatologia/normales/normales.html>
- Conjunto de datos vectoriales (consultada en septiembre de 2012): http://mapserver.inegi.org.mx/data/inf_elm/
- Censo de Población y Vivienda 2010 (consultada en septiembre de 2012):
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=10215&c=16851&s=est#>
- Diccionario de datos edafológicos (consultada en septiembre de 2012): http://www.cp-idea.org/documentos/normasEspecificaciones/edaf_alf.pdf
- El cambio climático en México (consultada en octubre de 2012):
http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados.html
- Estadística Económica de vehículos de motor en circulación (consultada en abril 2012):
http://www.inegi.org.mx/lib/olap/General_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=13158

- Health Effects Institute (consultada en noviembre de 2012): <http://www.healtheffects.org/>
- Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (consultado en octubre de 2012):
http://www.semarnat.gob.mx/temas/cambioclimatico/Paginas/p_ecc.aspx
- Zonas Metropolitanas de México (consultada en septiembre de 2012):
http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf
- Censo Poblacional de INEGI:
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- Consejo Nacional de Población
<http://www.conapo.gob.mx/>
- Vehículos de motor registrados en circulación, INEGI:
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/>
- Science for Global Insight:
<http://gains.iiasa.ac.at/index.php/policyapplications/can-fe-clean-air-for-europe>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía:
<http://www.conae.gob.mx/wb/>
- Secretaría de Economía
<http://www.economia.gob.mx/>