# PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN 2016-2025

















# Preparado para:

Gobierno del Estado de Nuevo León Secretaría de Desarrollo Sustentable

**Septiembre 2016** 









#### DIRECTORIO

Jaime Heliodoro Rodríguez Calderón

Gobernador Constitucional del Estado de Nuevo León

Roberto Russildi Montellano

Secretario de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León

Alfonso Martínez Muñoz

Subsecretario de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Nuevo León Enrique Peña Nieto

Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos

Rafael Pacchiano Alamán

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Martha Garcíarivas Palmeros

Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Armandina Valdez Cavazos

Directora de Gestión Integral de la Calidad del Aire

Ana Patricia Martínez Bolívar

Directora General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes









#### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al personal de las diversas instancias del sector social, privado, académico y gubernamental que participaron en los grupos de trabajo, aportando su conocimiento y experiencia para la formulación de las medidas y acciones que integran el *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León*.

Por su participación para la realización de este programa:

#### Dependencias Estatales

Ing. Eduardo Javier Zaragoza Alanis

Consejo Estatal de Transporte y Vialidad

Lic. Bibiano Fernández Martín

Instituto de Control Vehicular

Lic. Héctor Tijerina Morales

Secretaría de Desarrollo Económico

C. Araceli Chávez M.

Secretaría de Educación

Biól. Carlos A. García Sánchez

Secretaría de Educación

Biól. Humberto Escalón Aguilar

Secretaría de Educación









Dr. Emilio Jacques Rivera

Secretaría de Salud

M.C. Yessica Sánchez Lugo

Secretaría de Salud

#### Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León

Dr. Alfonso Martínez Muñoz

Subsecretaría de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales

Lic. Ana Fernanda Hierro Barba

Dirección de Control Interno, Vinculación y Comunicación Social

Ing. Armandina Valdez Cavazos

Dirección de Gestión Integral de la Calidad del Aire

Lic. Germán Ranulfo Flores Alanís

Dirección Jurídica

Lic. Norma Angélica Rangel Sevilla

Dirección de Fortalecimiento Urbano

Ing. Carlos J. Orozco y Orozco

Dirección de Ingeniería Urbana

Dra. Ruth Reyna Caamaño

Coordinación de Sustentabilidad Energética

M.C. Diana Berenice López Valdés

Coordinación de Pavimentos

Ing. Ma. Concepción Acosta Reyes

Coordinación de Inspección y Vigilancia









Biól. Luis Carlos Sánchez García

Coordinador de Impacto Ambiental

Lic. Norma Angélica Rangel Sevilla

Directora de Cultura Urbana

Concepción Juárez Leija

Coordinación y Logística

Daisy Irania Barajas Herrera

Coordinación y Logística

#### Dependencias Federales

Dra. María Amparo Martínez Arroyo

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dirección General

Dr. Víctor Hugo Páramo Figueroa

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental

Ing. Sergio Zirath Hernández Villaseñor

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dirección de Investigación sobre la Calidad del Aire y los Contaminantes Climáticos de Vida Corta

Dr. Arturo Gavilán García

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dirección de Investigación para el Manejo Sustentable de Sustancias Químicas, Productos y Residuos









M.C. José Andrés Aguilar Gómez

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Sub-Dirección de Modelos e Inventarios de Emisiones

Lic. Víctor Jaime Cabrera Medrano

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Nuevo León

Q. Rogelio Loera Gallardo

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Subdelegación de Auditoría Ambiental, Nuevo León

Lic. Norma Patricia Saucedo Moreno

Secretaría de Educación Pública, Delegación Federal

Lic. José Manuel Jonguitud Cruz

Secretaría de Educación Pública, Sub-Delegación Federal

Ana Patricia Martínez Bolívar

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

M.C. Daniel López Vicuña

Director de Calidad del Aire

Gloria Yáñez Rodríguez

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,

Sub-Dirección de Programas de Calidad del Aire

Ing. Hugo Landa Fonseca

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Sub-Dirección de Gestión y Regulación









Ing. Judith Trujillo Machado

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Sub-Dirección del Sector Transporte

Lic. Mayela María de Lourdes Quiroga Tamez

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Nuevo León

Q. Herminia Benavides González

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Monterrey

#### H. Ayuntamientos

Arq. Cynthia Cardona

Dirección de Ecología, Guadalupe

Ing. Aradio Zambrano Elizondo

Dirección de Ecología, Apodaca

Arq. Rolando Ríos Maldonado

Dirección de Ecología, Escobedo

Ing. Juan Carlos Holguín Aguirre

Dirección de Ecología, Monterrey

Lic. Martha E. Guzmán Bremer

Dirección General de Medio Ambiente, San Pedro Garza García

Lic. Reynaldo Maldonado Torres

Dirección de Ecología, Santa Catarina

Ing. José Ángel González Herrera

Dirección de Ecología, San Nicolás de los Garza

Biol. Lucio Alejandro García Oliva









Lic. Dario Colio Luis

Dirección de Ecología, Pesquería

Ing. Bernardo Lozayo

Dirección de Ecología, Santiago

#### Organizaciones e Instituciones Educativas

Lic. Alfredo G. González Villegas

Cámara Nacional de Autotransporte de Carga

Biol. Ada Marcela Ita Garay

Haciendo Eco

Lic. Rolando Ibarra Rodríguez

Instituto para la Protección Ambiental de Nuevo León, A.C.

Ing. Julio Martínez Barajas

Instituto de Protección Ambiental de Nuevo León, A.C.

M.C. Dzoara D. Tejeda Honstein

Tejeda Le Blanc & Cía., S.C.

Dr. Benjamín Limón Rodríguez

Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Ingeniería Ambiental

M.C. Elías Vázquez Godina

Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Ingeniería Ambiental

Dra. Lourdes Garza Ocaña

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina









Dr. Sergio Salvador Fernández Delgadillo

Universidad Autónoma de Nuevo León, Secretaría de Desarrollo Sustentable

Dra. Evangelina Ramírez Lara

Universidad Autónoma de Nuevo León, Dirección de Gestión Ambiental y Seguridad Operativa

Dr. Gerardo Manuel Mejía Velázquez

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

#### Asociaciones Civiles

Lic. David Pulido

Pueblo Bicicletero

Lic. Carlos Gómez Flores

Observatorio Ciudadano de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey

Lic. Emma González Rodríguez

Observatorio Ciudadano de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey

Ing. Cosijopii Montero

Reforestación Extrema

Dra. Silvia Cristina Marroquín Benavides

Asociación Regiomontana de Fibrosis Quística, A.C.









#### Organismos internacionales

Agencia de Cooperación Internacional de Japón en México (JICA)

Japan Science and Technology Agency

Universidad de Ehime del Japón

#### Agradecimientos Especiales

Se agradece en especial a los técnicos e investigadores de las diversas instancias del sector social, privado, académico y gubernamental por su participación en el desarrollo de este Programa.

- Biól. Ada Marcela Ita Garay, Haciendo Eco
- C. Araceli Chávez M., Secretaría de Educación
- Ing. Armandina Valdez Cavazos, SEDESU
- Lic. Bibiano Fernández Martín, Inst. de Control Vehicular
- Ing. Carlos J. Orozco y Orozco, SEDESU
- Ing. Concepción Acosta, SEDESU
- M.C. Daisy Irania Barajas Herrera, SEDESU
- M.C. Diana Berenice López V., SEDESU
- M.C. Dzoara Damaris Tejeda Honstein, Tejeda Le Blanc & Cía
- Ing. Eduardo Javier Zaragoza Alanís, CETyV
- Ing. Gloria Yáñez Rodríguez, SEMARNAT
- Q. Herminia Benavides González, Delegación SEMARNAT
- Ing. Hugo Landa Fonseca, SEMARNAT
- Biol. Humberto Escalón Aguilar, Secretaría de Educación
- M.C. Salvador Blanco Jiménez, I NECC
- Dr. Miguel Magaña Reyes, I NECC
- M.C. José Abraham Ortínez Álvarez, I NECC
- M.C. Tania López Villegas, Tejeda Le Blanc & Cía
- Dr. Shinji Wakamatsu, Universidad de Ehime
- Dr. Isao Kanda, Universidad de Ehime
- Dr. Akura Mizohata, Universidad de Osaka
- Dr. Takuto Watanabe, Proyecto I NECC/JI CA
- Dr. Toshiyuki Tanaka, Proyecto I NECC/JI CA









- Ing. Rita Bustamante Alcántara
- Lic. Jesús Villareal Martínez
- Ing. Idolina De la Cerda
- Lic. Julieta Leal Domínguez
- Arq. Carlos Ayala Delgado
- Dr. Marco Antonio Rodríguez Moreno
- M.C. Rodolfo Nájera Sánchez
- Arq. Luis Ramón Lucio Garcés
- Dr. Sergio Maltos Uro
- Ing. Cesareo Muñoz Ramírez
- Biól. Antonio Reyes Sifuentes
- Arq. José Gerardo García Martínez
- Arq. Luis Ramón Lucio Garcés
- Ing. José Manuel Quintanilla Vázquez
- Lic. Naomi Rodríguez Martínez
- Lic. Ramiro Andrés Zárate Flores
- C.P. David Puente Rodríguez

Agradecimiento por el acceso a la información sobre el proyecto:

"Evaluación de PM<sub>2.5</sub>, compuestos orgánicos volátiles (COV) y ozono (O<sub>3</sub>), para definir medidas de control en el Área Metropolitana de Monterrey", realizado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Agencia de Cooperación Internacional del Japón en México (JICA) y la Universidad de Ehime del Japón.

Se agradece a todos los participantes en este proyecto sus importantes aportaciones en este ProAire, y la oportunidad otorgada al estado de Nuevo León para ser parte de este importante proyecto, que fue de gran utilidad en la integración de este documento.









#### RESUMEN EJECUTIVO

La contaminación del aire tiene un efecto perjudicial sobre los seres vivos y el medio ambiente. Esta situación depende de una gran diversidad de factores, entre los que se encuentran: la actividad económica relacionada con el consumo de combustibles fósiles; la movilidad dependiente del diseño de las ciudades, los medios de transporte disponibles y el tipo de combustible que se consume; además de las características fisiográficas de una región también determinan la calidad del aire que se respira, ya que la orografía y las condiciones climáticas influyen en la dispersión o, en caso contrario, en la acumulación de los contaminantes en una zona.

La mala calidad del aire es un problema que se ha incrementado en las últimas décadas y ante esta situación es necesario diseñar políticas públicas orientadas a reducir la emisión de contaminantes atmosféricos con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población. En este sentido existen dos herramientas básicas para el diseño del *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire*:

Inventarios de Emisiones: son un instrumento estratégico que nos permite identificar quiénes son los generadores de emisiones en una región determinada y cuál es su aporte de contaminantes a la atmósfera. Conocer esta información permite a tomadores de decisiones seleccionar las fuentes de emisión hacia las que se dirigirán las políticas públicas y los recursos económicos para mitigar la emisión de contaminantes al aire.

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire): Es un documento en el cuál se identifica y se fomenta la aplicación de medidas para la reducción y control de emisiones.

el análisis de tendencias en la emisión de contaminantes se prioriza la atención a las fuentes de emisión, además de generarse elementos y áreas de oportunidad para la toma de decisiones. En general, el ProAire









permite revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire pues a través de metas, estrategias, medidas y acciones se busca reducir, controlar y/o mitigar emisiones a la atmósfera.

Los resultados del inventario de emisiones para el Estado de Nuevo León muestran que las principales fuentes de contribución a la emisión de contaminantes atmosféricos son las siguientes:

Fuente	Nuevo León	AMM
FIJAS	<ul> <li>Primer emisor de SO<sub>2</sub> (99%) y PM2.5 (63%)</li> <li>Segundo emisor de PM<sub>10</sub> (42%)</li> </ul>	<ul> <li>Primer emisor de SO<sub>2</sub> (97%) y PM2.5 (67%)</li> <li>Segundo emisor de PM<sub>10</sub> (45%) y NOx (34%)</li> </ul>
Incendios forestales Tratamiento de aguas Quemas agricolas Uso de leña Panaderias Almacenamiento de combustibles Labranza Tintorerías Uso de fertilizantes Ladrilleras Emisiones ganaderas Corrales de engorda Uso de solventes Quema de combustibles	<ul> <li>Primer emisor de NH₃         (95%), COV (70%) y         PM10 (54%)</li> <li>Segundo emisor de         PM2.5 (31%)</li> </ul>	<ul> <li>Primer emisor de NH₃ (88%), COV (68%) y PM10 (50%)</li> <li>Segundo emisor de PM2.5 (23%)</li> </ul>
MÓVILES	<ul> <li>Primer emisor de CO (93%) y NOx (54%)</li> <li>Segundo emisor de COV (22%)</li> </ul>	<ul> <li>Primer emisor de CO (96%) y NOx (68%)</li> <li>Segundo emisor de COV (23%)</li> </ul>

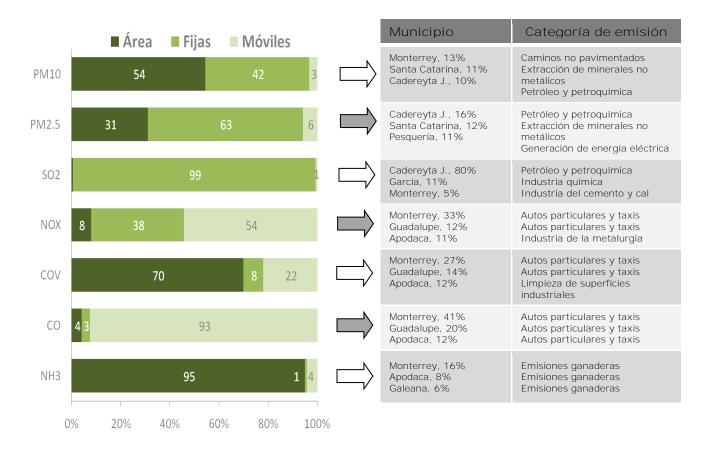
De acuerdo a los resultados de emisión por tipo de contaminante y categoría de emisión, resalta la importancia de las fuentes móviles carreteras, las fuentes puntuales y de área en la contribución total a la emisión de contaminantes al aire, como se observa en la siguiente figura.











En función de los resultados del inventario y del análisis de los registros de la red de monitoreo, se ha realizado un análisis integral con el resto de las líneas estratégicas el cual ha dado como resultado las medidas y acciones presentadas y consensuadas con los diversos sectores (transporte, industria, municipios, organizaciones no gubernamentales, academia, población en general, entre otros), para ser implementadas y de esta forma contribuir a la reducción de las emisiones de contaminantes al aire y mejorar la calidad de vida de los habitantes del Estado de Nuevo León.

Estrategia ´	l. Reducción de emisiones de fuentes fijas
Medida 1.	Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales.
Medida 2.	Implementar el programa de reducción de emisiones a la atmósfera en fuentes fijas prioritarias del Estado de Nuevo León.
Medida 3.	Reducir las emisiones a la atmósfera generadas por el aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.
Medida 4.	Prevención y control de emisiones a la atmósfera provenientes del sector petróleo y petroquímica.









Medida 5. Desarrollar e implementar el plan de reducción de emisiones de las fuentes fijas de jurisdicción federal del Estado de Nuevo León.

#### Estrategia 2. Reducción de emisiones en fuentes móviles

- Medida 6. Reducir emisiones a la atmósfera en vehículos automotores que circulen en el Estado.
- Medida 7. Regular vehículos a diésel de transporte de carga y público de pasajeros.
- Medida 8. Fortalecer el sistema de movilidad sustentable en el AMM y su región periférica.

#### Estrategia 3. Reducción de emisiones en fuentes de área

- Medida 9. Fortalecer la regulación de los establecimientos comerciales y de servicios en el Estado.
- Medida 10. Disminuir emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en el almacenamiento y distribución de combustibles.
- Medida 11. Disminuir material particulado proveniente de la resuspensión de polvo en caminos pavimentados y no pavimentados, así como la erosión de suelo en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

#### Estrategia 4. Protección a la salud

- Medida 12. Fortalecer el programa de contingencias atmosféricas.
- Medida 13. Establecer un programa de vigilancia y prevención de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire.

#### Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental

- Medida 14. Establecer un programa de comunicación y difusión de la calidad del aire.
- Medida 15. Elaborar un programa de educación en calidad del aire.

#### Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

- Medida 16. Conformar un Comité Técnico para el seguimiento y evaluación del ProAire de Nuevo León.
- Medida 17. Actualizar el inventario de emisiones a la atmósfera.
- Medida 18. Fortalecer el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) en el Estado de Nuevo León.









# ÍNDICE GENERAL

1.1 Localización geográfica	2
1.2 Aspectos fisiográficos	2
1.3 Tendencia de crecimiento de la población	3
1.4 DINÁMICA DE DESARROLLO ECONÓMICO	
1.5 Movilidad urbana	9
2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO	16
2.1.1 Sistema de monitoreo atmosférico	17
2.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES DE LA CALIDAD DEL AIRE	19
2.3 INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE	21
2.3.1 Número de días sobre las Normas Oficiales Mexicanas	21
2.3.2 Cumplimiento de las NOM para ozono y partículas	22
2.3.3 Distribución de los días con calidad del aire buena, reg	ular y mala <b>25</b>
2.3.4 Representación geográfica de número de días con calid	
buena, regular y mala	
2.3.4.1 Representación geográfica de días con calidad del aire buena, repara PM <sub>10</sub>	
2.3.4.2 Representación geográfica de días con calidad del aire buena, re	
para O <sub>3</sub>	33
2.3.5 Comportamiento durante las horas del día, los días de	
los meses del año	
2.3.5.1 Comportamiento durante los meses del año	
2.3.5.3 Comportamiento durante las horas del día	
·	
3. INVENTARIO DE EMISIONES	
NUEVO LEÓN	
3.2 RESULTADOS DEL INVENTARIOS DE EMISIONES 2013 PARA EL ESTAD	
LEÓN	
3.2.1 Inventario de emisiones para el Estado de Nuevo León.	
3.2.1.1 Inventario de emisiones por fuente emisora en Nuevo León	
3.2.1.2 Principales categorías emisoras en Nuevo León	
3.2.1.3 Principales municipios emisores en Nuevo León	
3.2.2 Inventario de emisiones para el Área Metropolitana de	
(AMM)	
4. IMPACTOS SOBRE LA SALUD	
4.1 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD	
4.1.1 Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM	10)73









	4.1.2 Partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )	74
	4.1.3 Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	74
	4.1.4 Ozono (O <sub>3</sub> )	
	4.1.5 Bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	
	4.1.6 Monóxido de carbono (CO)	
	4.2 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS MUERTES EVITABLES EN EL AMM SI SE CUMPLIERA	
	LA NOM PM <sub>2.5</sub>	
	4.2.1 Aplicación del modelo BenMap	
	·	
	4.2.2 Selección de la función de exposición respuesta	
	4.2.3 Evaluación de la exposición	
	4.2.4 Caracterización de los impactos	
	4.2.5 Beneficios económicos	
	4.2.6 Recomendaciones	85
5	. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	QQ
J	5.1 Proceso actual de comunicación a la población sobre la calidad del aire	
	5.2 Internet y redes sociales	
	5.3 ACTORES INVOLUCRADOS EN LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA CALIDAD DEL AI	
	5.3 ACTORES INVOLUCRADOS EN LA COMUNICACION Y DIFUSION DE LA CALIDAD DEL AI	
	5.4 PERCEPCIÓN GENERAL DE LA CIUDADANÍA SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE	
	5.5 EDUCACIÓN AMBIENTAL	94
6	. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS	98
	6.1 Objetivos	
	6.1.1 Objetivo general	
	6.2 METAS	
	6.3 ESTRATEGIAS	
	6.3.1 Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas	
	Medida 1. Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales	
	Medida 2. Implementar el programa de reducción de emisiones a la atmósfera en	101
	fuentes fijas prioritarias del Estado de Nuevo León	105
	Medida 3. Reducir las emisiones a la atmósfera generadas por el aprovechamiento de	
	recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación	109
	Medida 4. Prevención y control de emisiones a la atmósfera provenientes del sector	111
	petróleo y petroquímica	
	fijas de jurisdicción federal del Estado de Nuevo León	
	6.3.2 Estrategia 3. Reducción de emisiones en fuentes móviles 1	
	Medida 6. Reducir emisiones a la atmósfera en vehículos automotores que circulen en	
	Estado	123
	Medida 7. Regular vehículos a diésel de transporte de carga y público de pasajeros	130
	Medida 8. Fortalecer el sistema de movilidad sustentable en el AMM y su región	426
	periférica	
	6.3.3 Estrategia 2. Reducción de emisiones en fuentes de área	
	Medida 9. Fortalecer la regulación de los establecimientos comerciales y de servicios en el Estado	
	Medida 10. Disminución de emisiones de COV en almacenamiento y distribución de	
	combustibles	145
	Medida 11. Disminuir material particulado proveniente de la resuspensión de polvo en caminos pavimentados y no pavimentados, así como la erosión del suelo en el AMM	150









6.3.4 Estrategia 5. Protección a la salud	156
Medida 12. Fortalecer el programa de contingencias atmosféricas	. 156
Medida 13. Establecer un programa de vigilancia y prevención de enfermedades	
relacionadas con la mala calidad del aire	
6.3.5 Estrategia 4. Comunicación y educación ambiental	
Medida 14. Establecer un programa de comunicación y difusión de la calidad del aire.	
Medida 15. Elaborar un programa de educación en calidad del aire	
6.3.6 Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento	
Medida 16. Conformar un Comité Técnico para el seguimiento y evaluación del ProAir	
de Nuevo León Medida 17. Actualizar el inventario de emisiones a la atmósfera	
Medida 18. Fortalecer el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) en el Estad	
de Nuevo Leónde Nuevo León	
6.4 JERARQUIZACIÓN DE MEDIDAS DEL PROAIRE	
7. FUENTES DE FINANCIAMIENTO	
7.1 FONDOS INTERNACIONALES	
7.1.1 Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID)	
7.1.2 Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)	
7.1.3 Banco Mundial (World Bank)	190
7.1.4 Global Environment Facility (GEF)	190
7.1.5 GEF-Sustainable Transport and Air Quality Project (STAQ)	191
7.1.6 Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	
7.1.7 Banco Europeo de Inversiones (BEI)	
7.1.8 KFW Development Bank - Banco de Desarrollo Alemán	
7.1.9 Fondo Verde	
7.2.0 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Americano	
(US EPA)	
7.2 FONDOS NACIONALES	
7.2.1 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	
7.2.2 Banobras (FONADIN)	
7.2.3 Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo	
7.2.4 Nacional Financiera (NAFIN)	
7.2.5 Programa de liderazgo ambiental para la competitividad - PROFEP	
	197
FUENTES DE INFORMACIÓN	200
GLOSARIO	207
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	
ANEXO A. INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DEL ESTAD	
DE NUEVO LEÓN, 2013.	214









# ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Sectores de actividad en el Estado de Nuevo León 8
Cuadro 2. Medios de transporte en el Estado de Nuevo León 14
Cuadro 3.Entorno de ubicación de las estaciones de monitoreo del
SISTEMA INTEGRAL DE MONITOREO AMBIENTAL
Cuadro 4. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas
VIGENTES. 20
Cuadro 10. Porcentaje de compuestos orgánicos volátiles (COV)
emitidos por municipio en el Estado de Nuevo León
Cuadro 11. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) emitidos por
municipio en el Estado de Nuevo León
Cuadro 12. Porcentaje de amoniaco (NH3) emitidos por municipio en el
Estado de Nuevo León. 64
Cuadro 13. Inventario de emisiones por fuente para el AMM 66
Cuadro 15. Impactos en la salud, intervalo de edad de la población,
riesgos relativos y referencias
Cuadro 16. Programas y eventos realizados por SEDESU para capacitar
en temas ambientales95
Cuadro 17. Difusión de temas ambientales en el estado de Nuevo León.
95
Cuadro 18. Escala de valores para los criterios del ProAire 184
Cuadro 20. Inventario de emisiones a la atmósfera del Estado de
Nuevo León por categoría
Cuadro 21. Porcentaje de emisiones a la atmósfera del Estado de
Nuevo León por categoría218









# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey
Figura 2. Tendencia de crecimiento de la población del Estado de Nuevo León
Figura 3. Población por entidad federativa durante 2010 en México 7
Figura 4. Tendencia de crecimiento de la flota vehicular en el Estado de Nuevo León
Figura 5. Tasa de motorización en el Estado de Nuevo León
Figura 6. Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo atmosférico
Figura 7. Días sobre la norma de ozono y de partículas (normas anteriore <b>s y normas nuevas)</b>
Figura 8. Cumplimiento de la NOM para PM <sub>10</sub>
Figura 9. Cumplimiento de la NOM para PM <sub>2.5</sub>
Figura 10. Cumplimiento de la NOM para O <sub>3</sub> 24
Figura 11. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala para PM <sub>10</sub> en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico del AMM
Figura 12. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala para PM <sub>2.5</sub> en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico del AMM
Figura 13. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala para O <sub>3</sub> en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico del AMM









Figura 14	mala para SO <sub>2</sub> en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico del AMM	9
Figura 15	. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular mala para NO2 en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico del AMM	
Figura 16	. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular mala para SO <sub>2</sub> en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico del AMM	
Figura 17	. Representación geográfica de días buenos, regulares y malos de concentraciones de PM <sub>10</sub> en 2014	33
Figura 18	. Representación geográfica de días buenos, regulares y malos de concentraciones de O <sub>3</sub> en 2014	34
Figura 19	. Comportamiento de PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , O <sub>3</sub> , CO, NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> durante los meses del año	
Figura 20	. Comportamiento de PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , O <sub>3</sub> , CO, NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> durante los días de la semana	
Figura 21	. Comportamiento de PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , O <sub>3</sub> , CO, NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> durante las horas del día	
Figura 22	Diagrama de reporte de resultados del inventario de emisiones para el Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey	44
Figura 23	. Porcentaje de emisión por fuente, municipio y categoría er el Estado de Nuevo León	
Figura 24	. Emisión de contaminantes al aire por categoría en el Estac de Nuevo León.	
Figura 25	. Porcentaje de emisión por fuente, municipio y categoría er el AMM.	
Figura 26	. Porcentaje de emisión en el AMM Vs. municipios no metropolitanos de Nuevo León.	69
Figura 27	. Estaciones consideradas en el análisis*	80









Figura 28. Evaluación de la exposición a las PM <sub>2.5</sub> en el escenario base. 81
Figura 29. Casos de mortalidad evitable por las tres causas estudiadas en 2014, escenario NOM
Figura 30. Valoración económica (miles de millones de pesos de 2014).
Figura 32. I magen de la página web de inicio de SEDESU 88
Figura 33. I magen de la página web de temas de calidad del aire de SEDESU
Figura 34. I magen de la página web de SEDESU mediante la cual informa el estado de la calidad del aire en el AMM 90
Figura 35. Elementos de los criterios definidos para jerarquizar las medidas











# INTRODUCCIÓN

La planeación ambiental es un área de la política pública clave hacia la sustentabilidad ambiental. Entre los problemas de deterioro ambiental, sin lugar a duda, la contaminación atmosférica representa uno de los temas de mayor preocupación debido a los efectos negativos que causan hacia la salud humana, el medio ambiente y los ecosistemas.

Los contaminantes del aire están asociados con graves afecciones de la salud humana. Éstos pueden ser: ataques de asma, bronquitis, enfermedades cardiacas, entre otros. Se ha encontrado que la inhalación de contaminantes día con día, aun en cantidades relativamente bajas, puede causar daños irreversibles a la salud. Por ejemplo, reducciones en la capacidad pulmonar de los niños. Asimismo, los resultados de algunos estudios epidemiológicos muestran que la exposición a ciertos contaminantes atmosféricos está asociada con un incremento en la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La contaminación atmosférica es un problema que se presenta generalmente en los grandes centros urbanos, en donde se concentra la población y se consumen grandes cantidades de combustibles.

El Estado de Nuevo León, y en particular el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) han experimentado un crecimiento importante en el número de habitantes, vehículos automotores, actividad industrial y comercial. Lo anterior ha resultado en que se rebasen los límites máximos permisibles de calidad del aire, principalmente en el caso de las partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), así como para los niveles de ozono (O3). Por ejemplo, resultados de estudios de emisiones vehículares realizados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2009) muestran que los vehículos que circulan en el AMM emiten un 40% más de monóxido de carbono (CO) y hasta cinco veces más hidrocarburos (HC) que los vehículos que circulan en Ciudad de México, donde existe un programa de verificación vehicular desde hace más de 20 años.









También es importante destacar que el 70% de la flota vehicular que circula en el AMM tiene 10 o más años de antigüedad1, lo cual refiere a que estos vehículos no cuentan con sistemas de control de emisiones.

Por otra parte, los resultados de estudios realizados en el AMM por el INECC y la Universidad de Ehime de Japón concluyen que las principales fuentes de emisión de PM2.5 en el AMM están relacionadas con: 28% (cristal), extracción de materiales, erosión y re suspensión de partículas; 24% del uso de combustibles fósiles; 23% (sulfatos) de la actividad industrial y los vehículos automotores; así como el 11% (nitratos) de fuentes móviles e industriales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en estudios similares por el ITESM-Campus Monterrey. Adicionalmente, estudios de compuestos orgánicos volátiles, tóxicos y foto reactivos, muestran como principales fuentes de emisión de estos contaminantes a los vehículos automotores, la evaporación de la gasolina, la actividad industrial y el uso de gas L.P., entre las principales fuentes.

Ante esta situación, las autoridades ambientales federales, estatales y municipales, han trabajado de manera coordinada para determinar las acciones a efectuar para mejorar la calidad del aire en esta entidad. Fue así como se emitió el Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000, el cual se actualizó en el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 2008-2012. Para dar continuidad a dichos programas es necesaria su renovación bajo los parámetros y problemáticas que actualmente presenta, así como a la integración de otras zonas del estado que probablemente presenten deterioro de la calidad del aire.

Bajo este contexto es que se elabora el nuevo Programa de Gestión para Mejorar la Calidad el Aire (ProAire) a nivel estatal, en alineación con el enfoque de cuencas atmosféricas que ha propuesto la SEMARNAT para el manejo del deterioro de la calidad del aire. Este instrumento será una herramienta para desarrollar las capacidades de gestión de la calidad del aire y para la reducción y control de emisiones, definiendo estrategias para resolver los problemas de contaminación del aire de manera integral, proveyendo los recursos técnicos que permitan apoyar a las autoridades estatales y municipales.

Para ello es necesario identificar las principales fuentes de emisión de contaminantes al aire con la finalidad de diseñar políticas públicas orientadas a

<sup>1</sup> Base de datos del Instituto de Control Vehicular del Estado de Nuevo León, 2014.









reducir la emisión de contaminantes atmosféricos. En este sentido, existen dos herramientas básicas para la gestión de la calidad del aire:

- 1. Los inventarios de emisiones: esta herramienta nos dice qué fuentes de emisión de contaminantes se tienen en una región determinada, qué tipo de contaminantes están emitiendo y en qué cantidades. Conocer esta información le permite a los tomadores de decisiones seleccionar las fuentes de emisión hacia las que se dirigirán las políticas públicas y los recursos económicos para mitigar la emisión de contaminantes al aire.
- 2. Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire): este es un documento en donde se identifica y se fomenta la aplicación de medidas para la reducción y control de emisiones. Mediante el análisis de tendencias en la emisión de contaminantes se prioriza la atención a las fuentes de emisión y se generan elementos para la toma de decisiones. Por ejemplo, un análisis de la cantidad de contaminantes a reducir, los costos de la implementación de las medidas de mitigación, responsables de implementarla y dar seguimiento, la legislación aplicable, entre otros elementos.

Con la implementación del ProAire se pretende dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas vigentes en materia de calidad del aire que tienen como objetivo proteger la salud de la población, sobre todo la de los grupos más vulnerables como son niños menores a 5 años, adultos mayores y personas con enfermedades respiratorias crónicas.

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Nuevo León 2016 - 2025 cuenta con siete capítulos, los cuales se describen a continuación:

#### Capítulo 1:

Describe las principales características de las zonas de estudio, tales como sus condiciones geográficas, físicas, socioeconómicas, crecimiento poblacional, entre otras. Esta información es fundamental para comprender la problemática que presenta en materia de calidad del aire debido a las condiciones naturales del lugar en conjunto con las actividades antropogénicas.









Capítulo 2:

Presenta un diagnóstico referente a la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey como resultado del análisis de los registros de la red de monitoreo atmosférico. Nuevo León cuenta con el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental para el Área Metropolitana de Monterrey integrado por 10 estaciones, donde el resultado de los análisis presenta concentraciones por arriba de la norma para el material particulado (partículas menores a 10 y 2.5 micras), así como para ozono.

Capítulo 3:

Presenta el inventario de emisiones contaminantes al aire para el Estado, año base 2013 desagregado por fuente (móviles, fijas, área y naturales), categoría y tipo de contaminantes. También prioriza las fuentes de emisión de acuerdo a su contribución a la emisión de contaminantes.

Capítulo 4:

Presenta la información sobre los efectos a la salud de la población derivados de los principales contaminantes, tanto primarios como secundarios, así como una correlación de las enfermedades de vías respiratorias con el deterioro de la calidad del aire.

Capítulo 5:

Muestra la percepción de la población del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) respecto al tema de calidad del aire, de la cual destaca el interés de la población por dicho tema. También presenta la percepción de las autoridades ambientales de los municipios que integran el AMM respecto a calidad del aire y ProAire. Este mismo capítulo resume los programas y eventos que la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) ha realizado para la sensibilización y difusión del tema de calidad del aire con la población y diversos sectores.

Capítulo 6:

Define diversas estrategias, medidas y acciones que deben ser implementadas para reducir las emisiones a la atmósfera y proteger la salud de la población.

Capítulo 7:

Recopila las principales fuentes de financiamiento a las cuales se podrá recurrir para poder implementar las medidas y ejecutar cada una de las acciones que integran dichas medidas.

# CAPÍTULO 1











## 1. Nuevo León y su entorno

La calidad del aire se explica por la intervención de diversos aspectos, entre los que se encuentran: la actividad demográfica (crecimiento de la población y demanda de servicios), los aspectos geográficos (topografía y clima), la actividad económica (sectores dominantes: primario, secundario o terciario), así como la forma en que se mueven o transportan las personas y los bienes (tipo de transporte y consumo de combustibles fósiles).

En este apartado se describen las principales características del Estado de Nuevo León con la finalidad de tener elementos para un mejor entendimiento de los aspectos que impactan la calidad del aire de esta entidad y, a su vez, estar en la posibilidad de orientar las políticas públicas para obtener el mayor beneficio en la mitigación de la emisión de contaminantes atmosféricos, mejorar la calidad de vida de los habitantes así como el medio ambiente y los ecosistemas de esta región del país.









## 1.1 Localización geográfica



Fuente: LT Consulting, 2015.

Figura 1. Localización geográfica del Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey.

El Estado de Nuevo León se localiza en la zona noreste de la República Mexicana y colinda con San Luis Potosí, Tamaulipas, Coahuila y Zacatecas. Además, tiene una frontera de 15 kilómetros con el estado de Texas, Estados Unidos de América. Nuevo León está integrado por 51 municipios, los cuales en conjunto ocupan una superficie de 64,156 km², la que representa el 3.3% del territorio nacional².

### 1.2 Aspectos fisiográficos

Los aspectos geográficos juegan un papel determinante en la calidad del aire que se respira, debido a que la concentración de los contaminantes está regida

<sup>2</sup> INEGI. Panorama Socio-demográfico de México, 2011.









por la actividad del viento, la topografía del lugar y las condiciones climáticas. El clima y orografía de algunas zonas del Estado de Nuevo León son propicias para la formación de contaminantes secundarios y la concentración de contaminantes atmosféricos.

La superficie del Estado de Nuevo León forma parte de las provincias de las Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte. Debido a lo anterior se pueden encontrar grandes elevaciones, como el cerro de La Silla, con una altura de 1,800 metros sobre el nivel medio del mar (s.n.m.m.), localizado en la ciudad de Monterrey. Hacia la zona sur de la entidad se pueden observar una serie de sierras, en donde se encuentra el cerro El Morro —el de mayor altitud del estado— con 3,710 m s.n.m.m. Al norte del Estado de Nuevo León se pueden observar extensos lomeríos interrumpidos por algunas sierras aisladas que forman valles entre las serranías. Asimismo, al lado este de la entidad, en los límites con el Estado de Tamaulipas, se localiza una llanura conocida como población Anáhuac, cuya altura más baja es de 100 m s.n.m.m.

Respecto al clima, el 68% de la entidad presenta clima seco y semiseco, el 20% cálido subhúmedo en la región perteneciente a la llanura costera del Golfo norte, el 7 % templado subhúmedo localizado en las partes altas de la sierras y el restante 5% presenta clima muy seco hacia la Sierra madre Occidental.

La temperatura media anual es alrededor de 20°C y la temperatura máxima promedio es de 32°C y se presenta en los meses de mayo a agosto; la temperatura mínima promedio es de 5°C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media estatal es de 650 milímetros anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de agosto y septiembre.

# 1.3 Tendencia de crecimiento de la población

Un aumento en el tamaño de la población implica que incrementen también la demanda de servicios, como por ejemplo el número de viviendas, la generación de energía, el consumo de combustible, el servicio de transporte, entre otros. Todas estas actividades conllevan un consumo de combustible, generalmente de origen fósil, lo que a su vez se traduce en un aumento en la emisión de contaminantes a la atmósfera.

























Fuente: LT Consulting con información CONAPO, 2015.

Figura 2. Tendencia de crecimiento de la población del Estado de Nuevo León.

De acuerdo con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2015), en 2010 el Estado de Nuevo León tenía una población de 4,653,458 habitantes, lo que representaba el 4.1% de la población a nivel nacional. De este total de habitantes, el 95% vive en zonas urbanas, mientras que el restante 5% es rural, es decir, su población se dedica básicamente a actividades de índole urbano. En cuanto a las tendencias de crecimiento poblacional de CONAPO, se espera que en el 2030 el Estado de Nuevo León cuente con más de 6 millones de habitantes.

En relación a la densidad poblacional, en 2010 el Estado de Nuevo León tenía en promedio 73 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que el promedio nacional era de 57. Este promedio de densidad está aumentando año con año, debido a la dinámica de crecimiento poblacional en esta entidad.

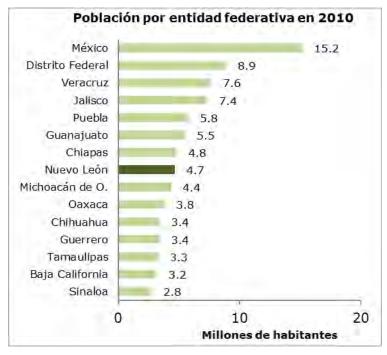
Respecto a la ubicación de Nuevo León a nivel nacional por su número de habitantes, de acuerdo con información del INEGI, en 2010 el Estado de Nuevo León tenía 4.7 millones de habitantes, por lo que ocupaba el octavo lugar. Es decir, Nuevo León concentra el 4.2% de la población del país, que en 2010 era de 112 millones de habitantes.

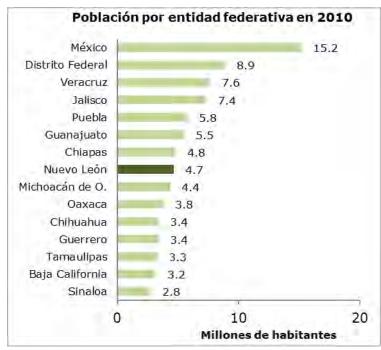










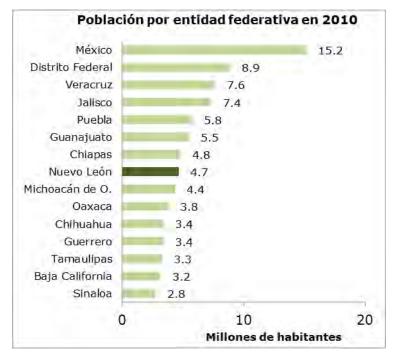


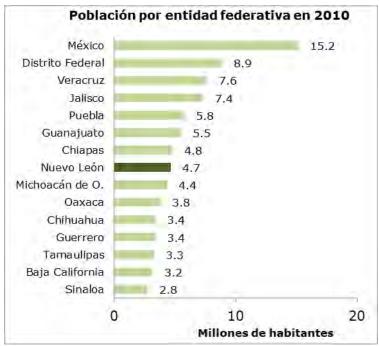












Fuente: LT Consulting con información de CONAPO 2015.

Figura 3. Población por entidad federativa durante 2010 en México.









#### 1.4 Dinámica de desarrollo económico

La actividad económica de una región de interés es un factor de suma importancia en la calidad del aire, ya que la cantidad y tipo de contaminantes atmosféricos dependen en gran medida de las fuentes de emisión que los generan. Por ejemplo, el sector industrial normalmente consume un tipo de combustible específico como es el diésel mientras que el sector comercial utiliza combustible como el gas LP, gas natural y carbón.

Dentro de los sectores de actividad económica, el Estado de Nuevo León se destaca por la actividad de la industria manufacturera con la producción de maquinaria y equipo. La actividad económica de Nuevo León aporta al país el 7.5% del producto interno bruto (PIB)<sup>3</sup>:

Cuadro 1. Sectores de actividad en el Estado de Nuevo León4.

Sector	Participación
Primario	<ul> <li>O.82% (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza):</li> <li>3er (16% total nacional) productor nacional de mandarina.</li> <li>3er (4.5% total nacional) productor de huevo.</li> <li>El clima seco y semiseco del Estado de Nuevo León permite el cultivo de maíz, sorgo, trigo, fríjol, avena y cebada. En la zona centro de Nuevo León se concentra el cultivo de la naranja y diversos cereales.</li> </ul>
Secundaria	<ul> <li>37.03% (Minería, construcción, agua y gas, industria manufacturera):</li> <li>1er productor de barita (82.3% del total nacional).</li> <li>3er productor de azufre (8.9% del total nacional).</li> <li>Nuevo León concentra 213 grupos industriales, la mayoría con sede en Monterrey y su área metropolitana. Entre los principales giros industriales destacan los siguientes: industria de la</li> </ul>

<sup>3</sup> INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009.

<sup>4</sup> INEGI. Perspectiva Estadística. Serie por Entidad Federativa. México.







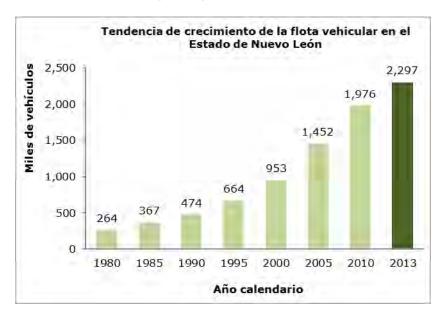


	cerveza, del cemento, bebidas embotelladas, industria manufacturera, biotecnología, mecatrónica y aeronáutica.
Terciaria	<u>62.15%</u> (comercios y servicios, transporte e información, servicios financieros e inmobiliarios)

### 1.5 Movilidad urbana

Las actividades humanas ligadas estrechamente con la economía llevan forzosamente al movimiento de bienes, productos y servicios, lo cual ocasiona que se requiera de vehículos para su transporte. Actualmente la energía para generar el movimiento de los vehículos proviene principalmente de combustibles fósiles como la gasolina y el diésel cuyo proceso de combustión ocasiona la contaminación del aire de las zonas urbanas. Sumado a este problema está la demanda de viajes, la cual favorece la motorización de las ciudades y, por consecuencia, congestión vial.

### 1.5.1 Crecimiento del parque vehicular de Nuevo León.

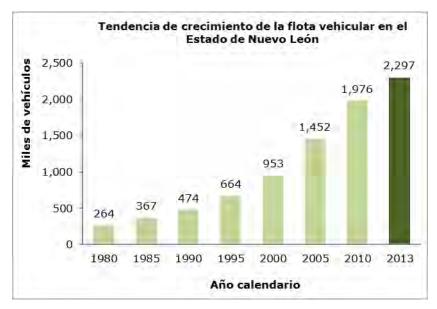
























Fuente: LT Consulting con información de INEGI, 2015.

Figura 4. Tendencia de crecimiento de la flota vehicular en el Estado de Nuevo León.

La flota vehicular que circula en el Estado de Nuevo León<sup>5</sup> ha pasado de 953 mil vehículos en el año 2000 a 1,976 mil en 2010, lo que significa un incremento de más del doble de vehículos. Este comportamiento se explica por el crecimiento tendencial de la población y, por lo tanto, de los usuarios de este medio de transporte.

Sin embargo, el crecimiento de la flota vehicular ha ido más rápido que el número de habitantes. Como se aprecia en la siguiente figura, la tasa de motorización (cantidad de vehículos entre el número de habitantes) ha ido incrementando con el tiempo, al pasar de 86 vehículos/mil habitantes en 1990 a 392 vehículos/mil habitantes en 2013, es decir, un aumento de 306 vehículos/mil habitantes en 23 años.

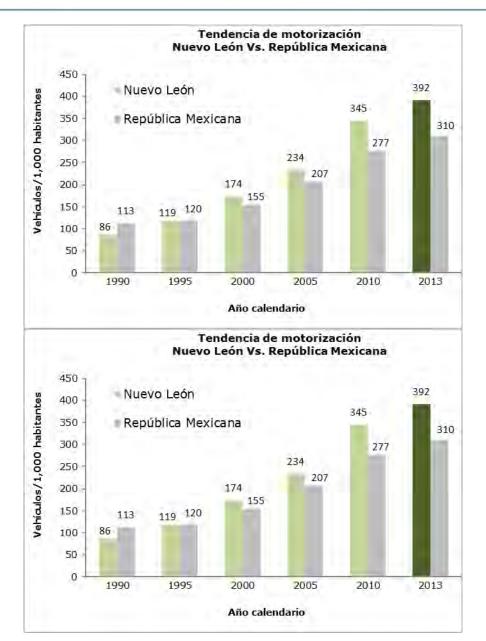
<sup>5</sup> INEGI, 2015. Vehículos de Motor Registrados en Circulación. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehículos.asp?s=est&c=13158&proy=vmrc\_vehículos









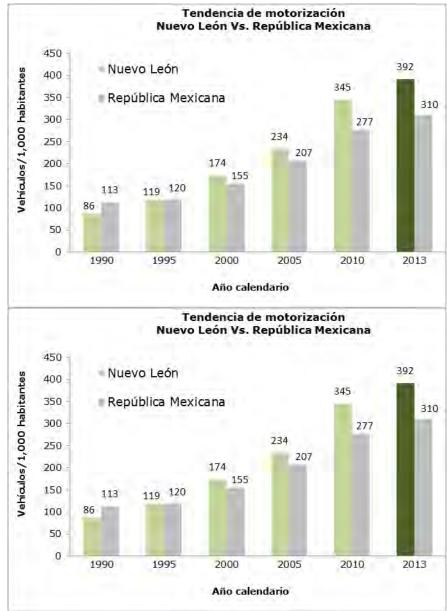












Fuente: LT Consulting con información de INEGI, 2015.

Figura 5. Tasa de motorización en el Estado de Nuevo León.

Respecto a la media nacional de motorización, se observa que a partir del año 2000 en Nuevo León se sobrepasó este valor, llegando a tener en 2013 una diferencia de 82 vehículos más por cada mil habitantes. De acuerdo a los resultados de un estudio de emisiones vehiculares<sup>6</sup> realizado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) durante 2008 en el AMM, el

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2010. Estudio de emisiones y actividad vehiculares en el Área Metropolitana de Monterrey, NL. Disponible en: www.inecc.gob.mx









30% de los vehículos en circulación tenían 10 o más años de antigüedad, lo que implica problemas de emisiones y mecánicos. Además, el mismo estudio arrojo que el 48% de los vehículos que circulaban en el AMM son de tamaño mediano o grande (pick up, SUV, VAN), lo que lleva a un mayor consumo de combustible. Adicionalmente, en promedio, los automotores que circulan en el AMM emiten un 40% más de monóxido de carbono (CO) y 5 veces más las de hidrocarburos (HC) con respecto a las emisiones de los vehículos que circulan en la ZMVM, lo que significa problemas de calidad del aire.

Esta información es de importancia, ya que los inventarios de emisiones muestran que las fuentes móviles son de las principales fuentes emisoras de contaminantes, principalmente de compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NOx) ambos precursores de la formación de ozono (O<sub>3</sub>). Además, los vehículos que utilizan diésel como combustible contribuyen en forma importante a la emisión de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, sustancias declaradas en 2012 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como cancerígenas.

### 1.5.2 Medios de transporte en Nuevo León

Cuadro 2. Medios de transporte en el Estado de Nuevo León<sup>7</sup>.

Tipo de red	Características
Red carretera	El Estado de Nuevo León posee una red carretera con una longitud de 7,500 km, de los cuales 4,350 son federales y 3,150 son estatales. Cabe resaltar que no todos están pavimentados.
Red ferroviaria	El Metrorrey, es un sistema de trenes ligeros eléctricos que da servicio en la ciudad de Monterrey. Cruza de oriente a poniente la ciudad de Monterrey, así como parte del municipio de Guadalupe, mientras que de norte a sur une a los municipios de Escobedo y San Nicolás con la Macroplaza.
Red aérea	El Estado de Nuevo León cuenta con los aeropuertos Internacional General Mariano Escobedo e Internacional del Norte, ambos localizados en el municipio de Apodaca. El aeropuerto Internacional General Mariano Escobedo atiende a más de 8 millones de pasajeros por año a través de cerca de 300 vuelos diarios.

<sup>7</sup> INEGI. Perspectiva Estadística. Serie por Entidad Federativa. México.

\_









# CAPÍTULO 2

# CALIDAD DEL AIRE











### 2. Calidad del aire

## 2.1 Descripción del sistema de monitoreo Atmosférico

La red de monitoreo atmosférico para el Área Metropolitana de Monterrey inició operaciones en 1970 con una red manual de 12 equipos de alto volumen para PST. Esta primera red estuvo operando hasta 1992, año en que el Gobierno del Estado adquiere los componentes de una red automática de monitoreo atmosférico para cinco estaciones (Obispado, San Bernabé, San Nicolás, Santa Catarina y La Pastora) configuradas para la medición de bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono, partículas suspendidas finas y meteorología, la cual fue operada por la Dirección de Planeación de la Subsecretaría de Ecología y hoy en día por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental, que forma parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León.

Los equipos de monitoreo instalados en 1992 fueron renovados en junio de 2003. En 2009, el SIMA amplió la cobertura de la red de medición de la calidad del aire con dos nuevas estaciones en los municipios de Escobedo y García. En Junio de 2011 se agregó una nueva estación de monitoreo en el municipio de Apodaca. En Agosto de 2012 se amplió nuevamente el sistema de monitoreo con una estación en el municipio de Juárez. La estación más reciente inició operaciones en 2014 en el municipio de San Pedro Garza García.



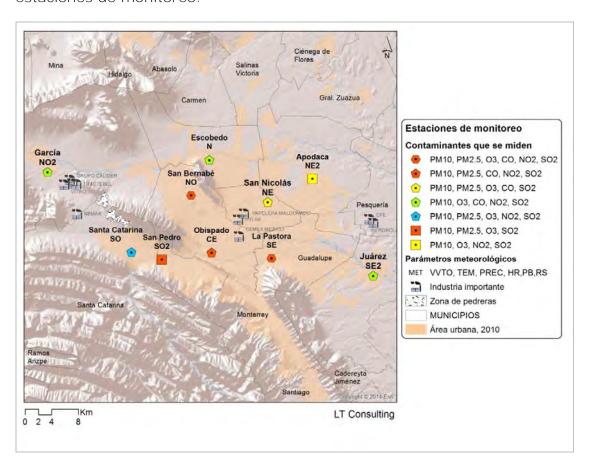






#### 2.1.1 Sistema de monitoreo atmosférico

El Sistema Integral de Monitoreo Ambiental está conformado por 10 estaciones de monitoreo, las cuales se pueden apreciar en la Figura 6. En esta misma figura se muestran los parámetros tanto de contaminantes como meteorológicos que miden cada una de las estaciones. El Cuadro 3 presenta un breve resumen del entorno en el que están ubicadas cada una de las estaciones de monitoreo.



Fuente: Elaborado por LT Consulting, con información de SIMA

Figura 6. Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo atmosférico.









CUADRO 3. ENTORNO DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DEL SISTEMA INTEGRAL DE MONITOREO AMBIENTAL.

Estación	Clave	Descripción de la estación
Obispado	CE	Mide impactos del tráfico y la mezcla de los contaminantes de la mayoría de las fuentes industriales.
Escobedo	N	Localizada dentro de un área de concentración poblacional, monitorea la contaminación de fuentes fijas y móviles de la zona norte del AMM.
San Bernabé	NO	Localizada a favor del viento de salida, en un área de alta concentración de población, al oeste de las fuentes industriales y de tráfico.
García	NO2	Localizada a favor del viento de la mayoría de las fuentes industriales del municipio de García, en un área de alta concentración de población.
San Nicolás	NE	Localizada en un área altamente poblada, permitiendo determinar los índices de contaminación atmosférica en la parte norte.
Apodaca	NE2	Localizada en el centro de la ciudad de Apodaca, principalmente una zona habitacional y comercial, rodeada por zona industrial.
Santa Catarina	SO	Localizada a favor del viento de la mayoría de las fuentes industriales de Monterrey, San Pedro Garza García y Santa Catarina.
San Pedro Garza García	S02	Localizada en área residencial, rodeada por áreas verdes y zonas desprovistas de vegetación.
La Pastora	SE	Localizada a favor del viento en un área altamente poblada.
Juárez	SE2	Localizada en el centro de Juárez, predomina zona habitacional.

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting con información de SEDESU a partir de: <a href="http://archivo.nl.gob.mx/?P=sima\_metropolitano">http://archivo.nl.gob.mx/?P=sima\_metropolitano</a>









# 2.2 Normas oficiales mexicanas vigentes de la calidad del aire

Para evaluar el cumplimiento de calidad del aire para la protección de la salud, existen Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales definen límites máximos permisibles (LMP) para diferentes contaminantes.

En 2014 se presentaron actualizaciones de las NOMs que definen nuevos límites máximos para partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), así como para ozono ( $O_3$ ).

Para ozono  $(O_3)$ , la NOM-020-SSA1-1993 fue actualizada y sustituida con la NOM-020-SSA1-2014, estableciendo nuevos LMPs, quedando de la siguiente forma:

- Promedio horario de  $O_3$ , LMP pasó de 0.11 partes por millon (ppm) a 0.095 ppm.
- Promedio móvil de 8 horas de  $O_3$ , LMP no existía en 1993, en 2014 es 0.070 ppm.

Para el caso de las partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), la NOM-025-SSA1-1993, también fue actualizada en el 2014 siendo sustituida por la NOM-025-SSA1-2014, la cual tiene como nuevos LMPs los siguientes:

- Promedio de 24 horas de  $PM_{2.5}$ , LMP pasó de 65 microgramos por metro cúbico ( $\mu g/m^3$ ) a 45  $\mu g/m^3$ .
- Promedio anual de PM<sub>2.5</sub>, LMP pasó de 15  $\mu$ g/m<sup>3</sup> a 12  $\mu$ g/m<sup>3</sup>.
- Promedio de 24 horas de PM<sub>10</sub>, LMP pasó de 120  $\mu$ g/m<sup>3</sup> a 75  $\mu$ g/m<sup>3</sup>.
- Promedio anual de PM<sub>10</sub>, LMP pasó de 50 μg/m³ a 40 μg/m³.

El Cuadro 4 muestra las especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes a partir del año 2014.









#### CUADRO 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES.

Contaminante	Exposición aguda		Exposición crónica	Normas Oficiales
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio	
Partículas menores de 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )	75 μg/m³ (24 horas)	No se permite	40 μg/m³ (promedio aritmético anual)	NOM-025-SSA1- 2014a
Partículas menores de 2.5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )	45 μg/m³ (24 horas)	No se permite	12 μg/m³ (promedio aritmético anual)	2014
Ozono (O₃)	0.095 ppm (1 hora) (216 μg/m³)	No se permite	-	NOM-020-SSA1- 2014 <sup>b</sup>
	0.070 ppm (8 horas)	4 veces en un año	-	
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 horas) (12595 μg/m³)	1 vez al año	-	NOM-021-SSA1- 1993 <sup>c</sup>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.11 ppm (24 horas) (288 μg/m³)	1 vez al año	0.025 (66 μg/m³) (promedio aritmético anual)	NOM-022-SSA1- 2010 <sup>d</sup>
	0.200 ppm (8 horas) (524 μg/m³)	2 veces al año		2010
Bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año		NOM-023-SSA1- 1993 <sup>e</sup>

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting para el ProAire del estado de Nuevo León a partir de las Normatividad vigente.

<sup>a</sup>NOM-025-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

 $^b$ NOM-020-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

°NOM-021-SSA1-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO).

<sup>d</sup>NOM-022-SSA1-2010. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

<sup>e</sup>NOM-023-SSA1-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).



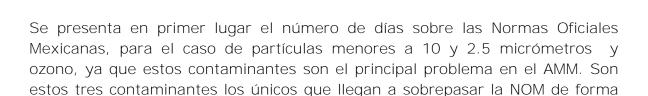
repetitiva a lo largo del año.







#### 2.3 Indicadores de calidad del aire



Posteriormente, se presentan los indicadores de la calidad del aire correspondientes a los contaminantes  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ , CO,  $NO_2$  y CO. Estos indicadores han sido estimados bajo la metodología propuesta en el cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000 y 2009). Los indicadores incluidos son:

- 1) Cumplimiento de las NOM de cada contaminante. Se muestran gráficos del cumplimiento a través del tiempo, indicando el LMP de la NOM correspondiente.
- 2) Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala. Se presenta la información para los años del periodo analizado del 2011 al 2014 y sólo para los contaminantes que presentan días regulares y malos.

### 2.3.1 Número de días sobre las Normas Oficiales Mexicanas

Las NOM que definen los límites máximos permisibles para los diferentes contaminantes, establecen periodos de concentración en promedios por hora o en promedios móviles de 8 horas; en función de lo anterior, es posible rebasar los límites de la NOM correspondiente más de una vez en un mismo día.

El deterioro de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey se debe a las altas concentraciones de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros, aunado a esto, también se encuentran las concentraciones de ozono. La Figura 7 presenta el historial de días sobre la norma de  $O_3$  y partículas, tanto con las normatividad anterior, como con la vigente. El objetivo de mostrar ambas normas es utilizar la referencia válida para cada año de medición y los cambios existentes con los nuevos límites en las normas.

La nueva normatividad es mucho más estricta que la anterior, por lo que el número de veces que se sobrepasa la norma llega a ser hasta el doble de días.

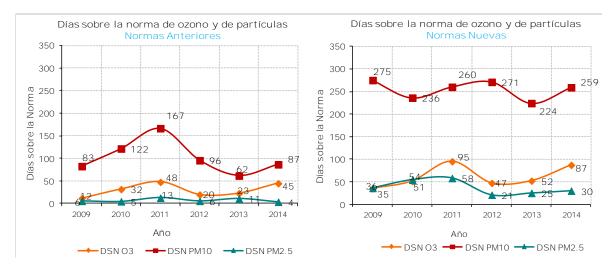








En el historial de la Figura 7 se observa que el año 2011 en general para partículas y  $O_3$  es el que presentó mayores días sobre la norma debido a los daños en infraestructura y vegetación, movimiento de materiales para reconstrucción y el comportamiento atípico de la circulación en la ciudad después del Huracán Alex que tuvo lugar en 2010. Para los años subsecuentes se presenta un descenso en el número de días sobre la norma, sin embargo en 2014, se vuelve a presentar un ascenso ligero, lo cual también va aunado a las características del clima que se presentaron en ese año en el AMM: varios frentes fríos, que ocasionaron inversión térmica y evitaron la dispersión de contaminantes y acumulación de los mismos en la atmósfera, incrementando por ende su concentración.



Fuente: Información de SIMA.

Figura 7. Días sobre la norma de ozono y de partículas (normas anteriores y normas nuevas).

### 2.3.2 Cumplimiento de las NOM para ozono y partículas

Las Figuras 8 a 10, muestran el cumplimiento de la NOM para los contaminantes de ozono  $(O_3)$  y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros, ya que estos son los contaminantes que sobrepasan la normatividad vigente.

#### Cumplimiento de la NOM de PM<sub>10</sub>

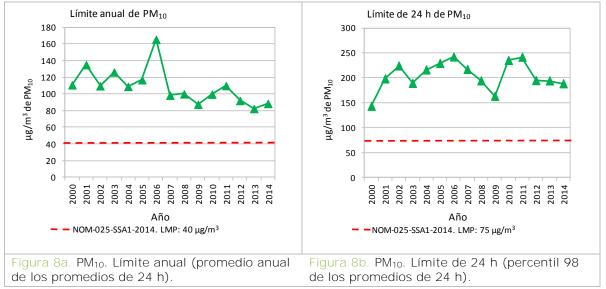
La Figura 8 presenta el cumplimiento de la NOM respecto al límite anual y de 24 horas (Figura 8a y 8b, respectivamente). De ambas figuras destaca que las concentraciones de  $PM_{10}$ , cuando mínimo, son el doble de los LMP.











Fuente: Datos del 2000-2009. INECC. Cuarto Almanaque y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009). 1er. Edición, 2011, México. ISBN: 978-607-7908-58-6. Datos para el 2010-2014. Elaborado por LT Consulting a partir de información del SIMA.

Figura 8. Cumplimiento de la NOM para PM<sub>10</sub>.

#### Cumplimiento de la NOM de PM<sub>2.5</sub>

La Figura 9 presenta el cumplimiento de la NOM respecto al límite anual y de 24 horas (Figuras 9a y 9b, respectivamente). De ambas figuras destaca que sólo en el 2009 se presentaron concentraciones relativamente más bajas que del resto de los años. A partir de 2011 se presenta una ligera disminución en las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> para el cumplimiento del límite de 24 horas, ya que en el límite anual se mantiene constante y con ligero incremento al 2013 y 2014. Sin embargo, para el caso de todos los años la concentración anual o percentil 98 de los promedios de 24 horas está arriba del LMP, exceptuando el año 2009.









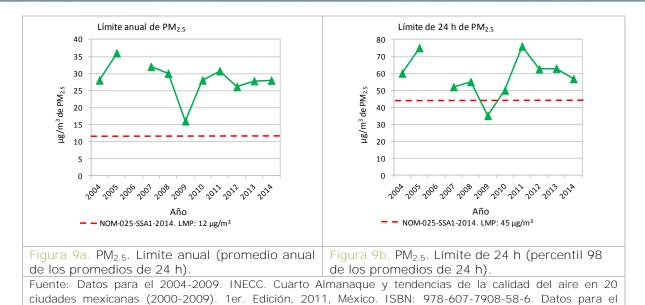
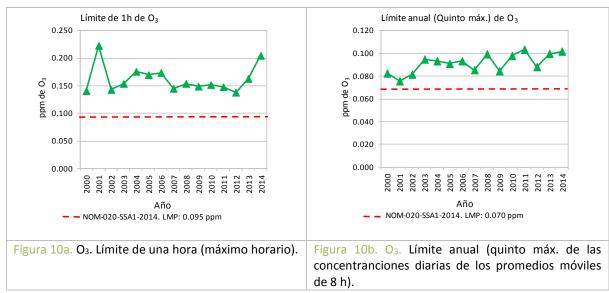


Figura 9. Cumplimiento de la NOM para PM<sub>2.5</sub>.

#### Cumplimiento de la NOM de O<sub>3</sub>

2010-2014. Elaborado por LT Consulting a partir de información del SIMA.

La Figura 10 presenta el cumplimiento de la NOM de  $O_3$  respecto al límite de una hora (máximo horario) y el límite anual (Figuras 10a y 10b, respectivamente). De ambas figuras destaca el incremento en las concentraciones del 2013 y 2014.



Fuente: Datos para el 2000-2009. INECC. Cuarto Almanaque y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009). 1er. Edición, 2011, México. ISBN: 978-607-7908-58-6. Datos para el 2010-2014. Elaborado por LT Consulting a partir de información del SIMA.

Figura 10. Cumplimiento de la NOM para O<sub>3</sub>.









# 2.3.3 Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala

La distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, se realiza para los contaminantes:  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , y CO. Se representan mediante gráficas de barras, donde cada barra representa los años analizados (2011 al 2014). Los colores en las barras indican el número de días en los que las concentraciones registradas cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- a. No excedieron el valor diario normado (verde),
- b. No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanos a este valor (amarillo),
- c. Excedieron el valor diario normado (rojo), o
- d. No se contó con información suficiente para determinar si se excedió el valor normado (blanco).
- e. No se cuenta con equipo que monitoree el contaminantes (negro).

Partículas menores a 10 micras,  $PM_{10}$ . Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala (promedio de 24 h).

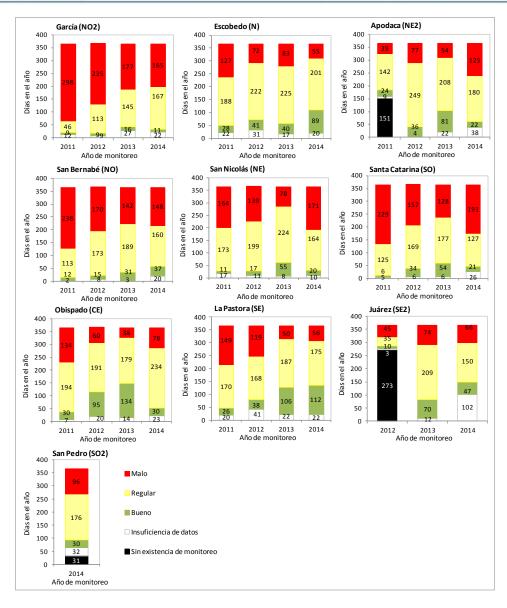
En la Figura 11, se observa una cantidad importante de días malos en los años de referencia. En 2011 se presenta el mayor número de días malos debido a los daños ocasionados por el Huracán Alex y los movimientos asociados con la reconstrucción de la ciudad. La mayoría de los días son regulares, lo que sugiere que en el futuro puedan presentarse una mayor cantidad de días malos si no se instrumentan medidas de control.











Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.

FIGURA 11. DISTRIBUCIÓN DE LOS DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA PARA  $PM_{10}$  EN LAS DIFERENTES ESTACIONES DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL AMM

Partículas menores a 2.5 micras,  $PM_{2.5}$ . Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala (promedio de 24 horas).

En la Figura 12 se aprecia que las estaciones de Santa Catarina, San Bernabé y Escobedo fueron las que presentaron, en el año 2011, un mayor número de días con mala calidad del aire (42, 40 y 41 días, respectivamente). Los días malos de 2011 pueden asociarse a la actividad en el área después del Huracán Alex. Aunque existen días buenos y una gran ausencia de datos, existe un

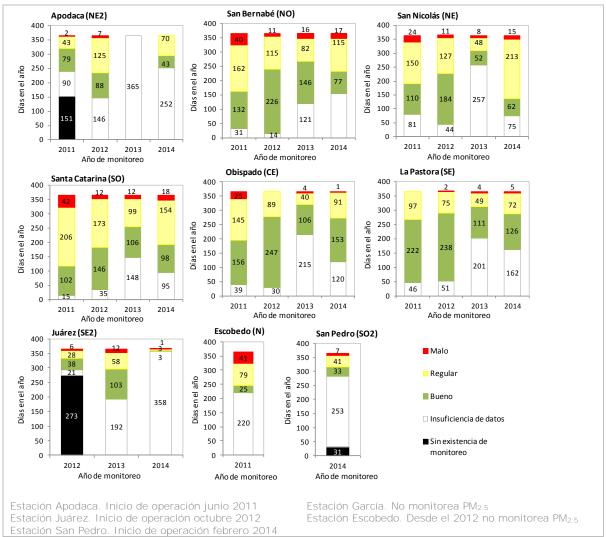








número considerable de días en condiciones regulares, que sugieren que puede rebasarse la norma una mayor cantidad de días si no se desarrollan estrategias de control.



Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.

FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN DE LOS DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA PARA  $PM_{2.5}$  EN LAS DIFERENTES ESTACIONES DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL AMM.

Ozono,  $O_3$ . Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala (máximos diarios de 1 hora).

En la Figura 13 se observan algunos días malos en todos los años, con un número significativo en 2011 y 2014. La mayor cantidad de días con mala calidad del aire, se registran en las estaciones del noroeste (García, San Bernabé) y suroeste (Santa Catarina). Una cantidad importante son días

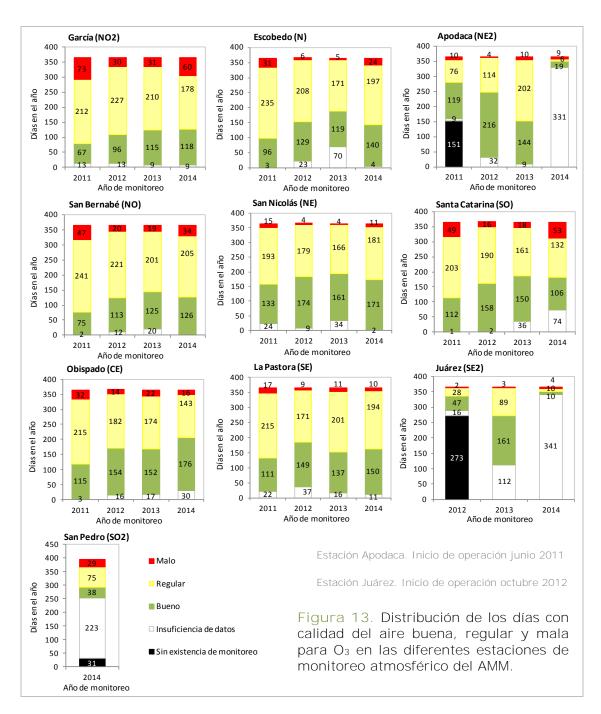








regulares, lo que sugiere que en el futuro puedan presentarse una mayor cantidad de días malos si no se instrumentan medidas de control.



Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.



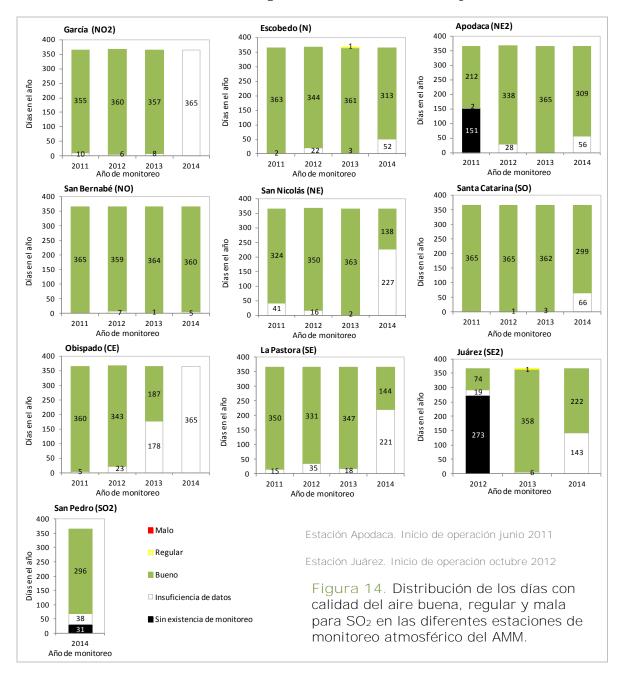






Dióxido de azufre,  $SO_2$ . Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala (promedio de 24 h).

En la Figura 14 se aprecian excelentes condiciones en los niveles de SO<sub>2</sub>, ya que del total de datos existentes, todos se definen como días buenos en todos los años. Pocos días sin datos suficientes para análisis, la cantidad de días sin datos suficientes se incrementa significativamente en 2013 y en 2014.







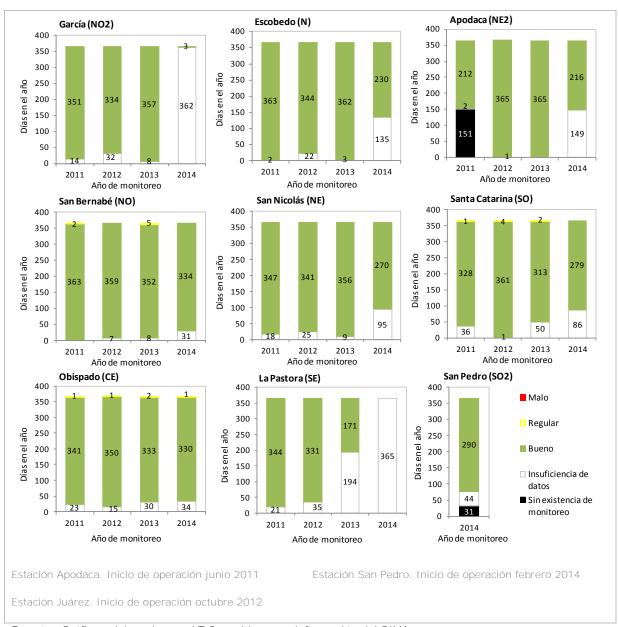




Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.

Dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala (máximos diarios).

La Figura 15 muestra excelentes condiciones en la evaluación del  $NO_2$  ya que del total de datos existentes, casi todos se definen como días buenos, sólo pocos días regulares principalmente en las estaciones de Santa Catarina, San Bernabé y Obispado. Algunos días sin datos suficientes para análisis, sobre todo en 2014.



Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.









Figura 15. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala para NO<sub>2</sub> en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico del AMM.

Monóxido de carbono, CO. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala (máximos diarios de los promedios móviles de 8 h).

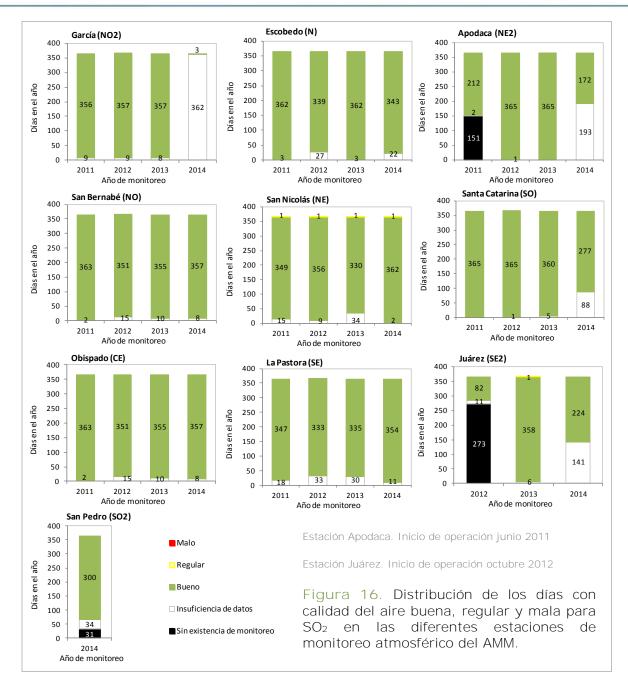
La Figura 16 representa las condiciones de calidad del aire en los días a lo largo del año para CO, en la cual se aprecian excelentes condiciones en la calidad del aire, sólo en la estación de San Nicolás se presentaron un día cada año con calidad del aire regular, y otro día en el 2013 en la estación Juárez.











Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.

- 2.3.4 Representación geográfica de número de días con calidad del aire buena, regular y mala
- 2.3.4.1 Representación geográfica de días con calidad del aire buena, regular y mala para  $PM_{10}$

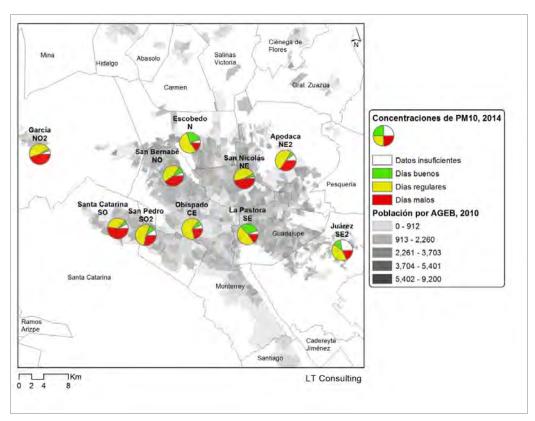








La Figura 17 muestra un mapa con la localización de cada estación dentro del Área Metropolitana de Monterrey, cada una con su diagrama que representa el número de días buenos, regulares y malos de concentraciones de PM<sub>10</sub> de acuerdo a los valores límite definidos en la NOM-025-SSA1-2014, para los datos obtenidos en el año 2014. Se observa en rojo un porcentaje importante de días malos en las estaciones del extremo oeste, Santa Catarina y García (alrededor del 50%). También se presenta un alto porcentaje de días con mala calidad del aire en las estaciones del norte, San Nicolás y San Bernabé. En todas las estaciones destaca el bajo porcentaje de días buenos y una cantidad alta de días regulares.



Fuente: Mapa elaborado por LT Consulting, con información del SIMA.

Figura 17. Representación geográfica de días buenos, regulares y malos de concentraciones de PM<sub>10</sub> en 2014.

# 2.3.4.2 Representación geográfica de días con calidad del aire buena, regular y mala para $O_3$

La Figura 18 muestra la localización de cada estación con su diagrama del número de días buenos, regulares y malos de concentraciones de O<sub>3</sub>, de acuerdo a los valores límite definidos en la NOM-020-SSA1-2014, para los

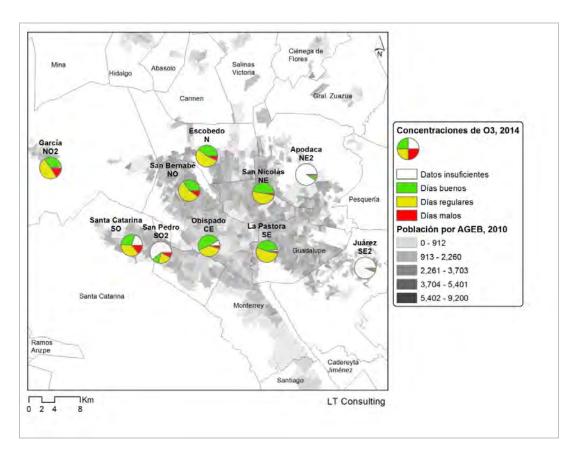








datos obtenidos en el año 2014. Las estaciones de García y Santa Catarina (en el extremo oeste de la ciudad) son las que presentan un mayor porcentaje de días malos. Aunque en todas las estaciones se presenta un número importante de días buenos, resalta que también se presenta un porcentaje importante de días regulares, lo que sugiere puede rebasar la norma si no se desarrollan estrategias de control. Las estaciones de Juárez, Apodaca y San Pedro no cuentan con datos la mayor parte del año, lo que no nos permite hacer un análisis representativo del comportamiento anual con la información existente.



Fuente: Mapa elaborado por LT Consulting, con información del SIMA.

Figura 18. Representación geográfica de días buenos, regulares y malos de concentraciones de O₃ en 2014.

# 2.3.5 Comportamiento durante las horas del día, los días de la semana y los meses del año









#### 2.3.5.1 Comportamiento durante los meses del año

La Figura 19 presenta el comportamiento de los contaminantes durante los meses del año. Los contaminantes que se presentan son:  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ,  $O_3$ , CO,  $NO_2$  y  $SO_2$ .

Para las partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) los meses de invierno son en los que se incrementa la concentración. Únicamente en el caso 2011, denominado año de la "reconstrucción" debido a la destrucción que el huracán Alex dejó, se presentaron altas concentraciones también en los meses de primavera (abril a mayo). El  $O_3$  presentó mayor concentración en los meses de primavera y verano, que es cuando existe mayor índice de radiación solar. De igual forma, los contaminantes de  $NO_2$ ,  $SO_2$  y CO, presentan un incremento en sus emisiones en los meses de invierno.

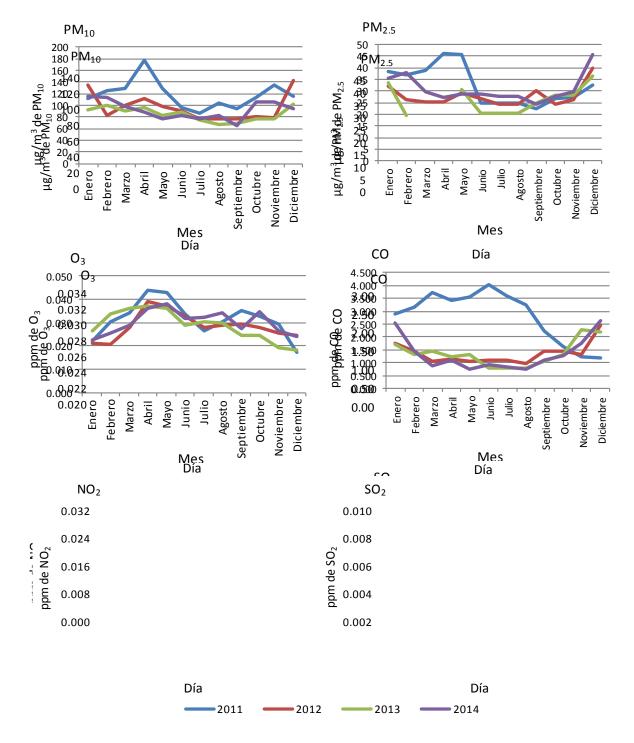
Sólo en el año 2011 hubo un comportamiento de los contaminantes de forma atípica, principalmente material particulado y monóxido de carbono.











Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.

Figura 19. Comportamiento de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> durante los meses del año.









#### 2.3.5.2 Comportamiento durante los días de la semana

La Figura 20 muestra el comportamiento de los contaminantes de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $O_3$ , CO,  $NO_2$  y  $SO_2$ . En general, las concentraciones son muy similares entre los días de la semana y sólo existe variación significativa en los días sábado y domingo. En el caso de  $PM_{10}$  disminuye la concentración durante el fin de semana.

Para  $PM_{2.5}$ , las partículas aumentan; el  $NO_2$  disminuye en fin de semana; el  $SO_2$  se mantiene constante al igual que el CO, siendo estos contaminantes principalmente relacionados con las actividades industriales y vehiculares de forma constante a lo largo de toda la semana.

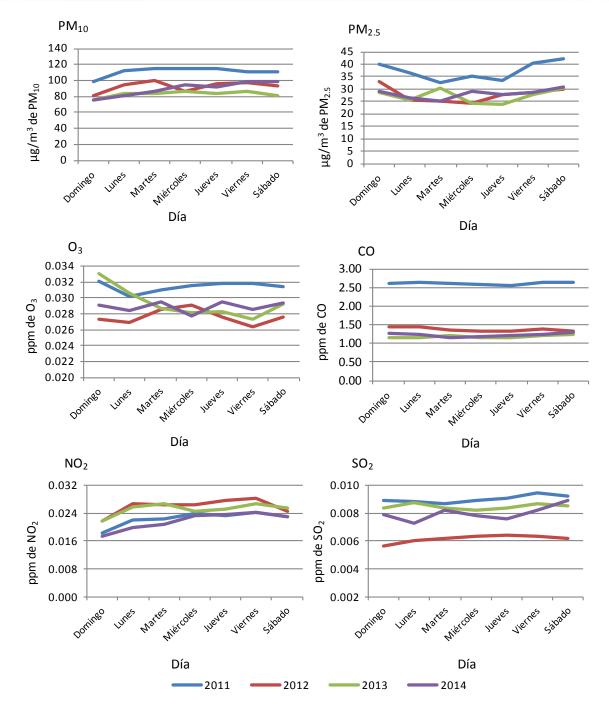
El  $O_3$  presenta un incremento en su concentración hacia el sábado y domingo, por la acumulación de contaminantes precursores de éste como es el  $NO_2$  y los compuestos orgánicos volátiles. Es de señalar que estos últimos no son normados ni monitoreados.











Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.

Figura 17. Comportamiento de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> durante los días de la semana.









#### 2.3.5.3 Comportamiento durante las horas del día

La Figura 21 muestra el comportamiento de los contaminantes de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $O_3$ , CO,  $NO_2$  y  $SO_2$ . Para los contaminantes provenientes de la combustión de vehículos automotores (CO y  $NO_2$ ), se presentan dos picos de concentraciones altas: el primero en horarios de 7:00 a 9:00 horas y el segundo en horarios de 18:00 a 21 horas.

En el caso de  $PM_{10}$ , se observa un pico pronunciado en las primeras horas de la mañana y uno ligeramente por la tarde noche. Para el caso de  $PM_{2.5}$ , es similar al comportamiento de las  $PM_{10}$ , pero entre los horarios de los picos es muy ligero el descenso de la concentración, lo cual se atribuye a la resuspensión de partículas por acción del viento o por paso de los vehículos automotores en caminos pavimentados y no pavimentados.

El análisis horario de  $O_3$  exhibe el comportamiento típico de este contaminante durante el día, que responde básicamente a que tanto la actividad de combustión presente en las primeras horas del día y la incidencia de luz solar ocasionan la formación de ozono, concentrándose principalmente de las 14:00 a las 18:00 horas, con un pico a las 16:00 horas.

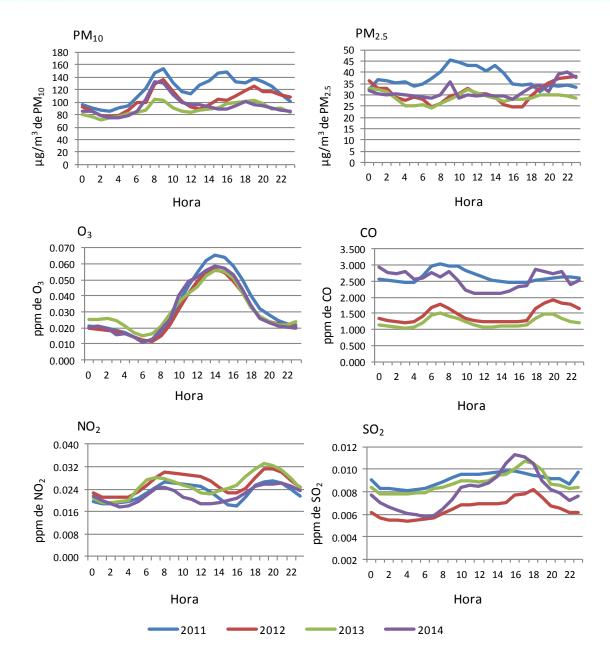
La concentración de  $SO_2$  es atribuible a actividades industriales y circulación de vehículos a diésel, que no necesariamente tienen actividad industrial o de tránsito con horarios tradicionales de labores de oficina.











Fuente: Gráficos elaborados por LT Consulting, con información del SIMA.

Figura 18. Comportamiento de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> durante las horas del día.









# CAPÍTULO 3



# INVENTARIO DE EMISIONES











## 3. Inventario de emisiones

En este apartado se muestran los resultados bajo diferentes análisis de la estimación de emisiones para el Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). El objetivo es aportar las bases técnicas para el diseño de las medidas de control de emisiones que serán incluidas en el ProAire para Nuevo León.

# 3.1 Características del Inventario de Emisiones 2013 para el Estado de Nuevo León

Año base:	2013		
Zona de estudio:	Estado de Nuevo León		
Resolución:	Área Metropolitana de Monterrey y municipal.		
Fuentes de emisión estimadas:	<ol> <li>Fuentes fijas o puntuales establecimientos industriales.</li> <li>Fuentes móviles carreteras y no carreteras vehículos que circulan por carretera y aquellos utilizados en las actividades de la construcción y agrícola, además de la actividad aeroportuaria, ferroviaria, marítima y recreativa.</li> <li>Fuentes de área actividad habitacional, comercial y de servicios.</li> <li>Fuentes naturales incluye las emisiones provenientes de las fuentes biogénicas y erosivas.</li> </ol>		









Contaminantes:	<ul> <li>Partículas menores a 10 micrómetros, PM<sub>10</sub></li> <li>Partículas menores a 2.5 micrómetros, PM<sub>2.5</sub></li> <li>Óxidos de azufre, SO<sub>2</sub></li> <li>Óxidos de nitrógeno, NOx</li> <li>Monóxido de carbono, CO</li> <li>Compuestos orgánicos volátiles, COV</li> <li>Amoniaco, NH<sub>3</sub></li> </ul>
Metodologías de estimación utilizadas:	Las metodologías que se utilizaron para la elaboración de este inventario están basadas, principalmente, en la serie de Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México <sup>8</sup> , la Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones <sup>9</sup> , el Manual para la elaboración de inventario de emisiones de fuentes de área <sup>10</sup> y los procedimientos utilizados para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones para México utilizados por la SEMARNAT. También se consideran metodologías e información actualizada por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA) para la elaboración de inventarios de emisiones, así como metodologías y procedimientos propios desarrollados por LT Consulting, para la recopilación de información y la estimación de emisiones.
Resolución temporal:	Los resultados de emisión de contaminantes, por tipo de fuente y categoría, se reportan en mega-gramos de contaminante por año (Mg/año).

\_

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup>Radian International LLC, INE-SEMARNAP, USEPA, Western Governors' Association. *Manuales del programa de inventarios de emisiones de México*. Diciembre de 1997.

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup>INE-SEMARNAT, Western Governors' Association. *Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones*. Mayo de 2005.

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup>INE-SEMARNAT. *Manual para la elaboración y uso de inventarios de emisiones*. Mayo de 2008.









# 3.2 Resultados del Inventarios de Emisiones 2013 para el Estado de Nuevo León

Esta sección muestra los resultados de la estimación de emisiones para el Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), de acuerdo a los requerimientos para la elaboración del Programa de Calidad del Aire (ProAire). Para tal caso, se ha dividido el análisis a nivel estatal y para la zona metropolitana de la siguiente manera:

- 1) Análisis de emisión por fuente y contaminantes.
- 2) Análisis de emisión por categorías, y
- 3) Análisis de emisión por municipios, contaminantes y categoría.

El análisis está enfocado a proporcionar información para el diseño de las medidas de control que serán incluidas en el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire para el Estado de Nuevo León. La siguiente figura muestra la forma en que se ha organizado el reporte de los resultados del inventario de emisiones



Figura 19. Diagrama de reporte de resultados del inventario de emisiones para el Estado de Nuevo León y el Área Metropolitana de Monterrey.









### 3.2.1 Inventario de emisiones para el Estado de Nuevo León

Los resultados de este inventario de emisiones consideran a todos los municipios que integran al estado de Nuevo León, incluidos aquellos que forman parte del Área Metropolitana de Monterrey. El análisis de emisiones se realiza únicamente para las fuentes antropogénicas, es decir, aquellas que son producto de las actividades humanas y sobre las cuales se puede incidir para regular y controlar sus emisiones al aire.

#### 3.2.1.1 Inventario de emisiones por fuente emisora en Nuevo León

El Cuadro 5 muestra la cantidad de emisiones generadas por contaminante para cada una de las fuentes inventariadas en el Estado de Nuevo León, mientras que en la Figura 23 se resume el principal contaminante emitido por fuente y su porcentaje.

Cuadro 5. Inventario de emisiones por fuente para el Estado de Nuevo León.

Fuente de	Mg/año						
emisión	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	СО	NOx	COV	NH <sub>3</sub>
Fijas	7,792.5	6,055.2	36,639.8	8,366.2	19,618.5	7,998.3	172.3
Área	16,476.0	4,423.1	176.4	9,984.4	4,061.0	69,088.0	19,146.3
Móviles carreteras	772.2	728.4	341.5	285,305.8	35,097.1	27,033.8	1,092.9
Móviles no carreteras	64.6	59.3	94.1	1,932.8	2,760.0	233.4	0.1
Naturales	NA	NA	NA	NA	68,737.7	146,333.5	NA
Total	25,105. 4	11,265. 9	37,251. 9	305,589. 2	130,274. 3	250,686. 9	20,411.

NA = No aplica. Fuente: LT Consulting, 2015. Información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Nuevo León.

En el Estado de Nuevo León, las fuentes fijas son las principales emisoras de bióxido de azufre ( $SO_2$ ), 99% relacionado con la actividad industrial; partículas  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ , 63% y 42%, respectivamente, emitidas en su mayoría por la industria de petróleo y petroquímica, así como la generación de energía eléctrica. También existe un aporte importante de las fuentes fijas en la









emisión de los óxidos de nitrógeno (NOx) con el 38% del total, cantidad que proviene en gran medida de la industria de la metalurgia.

En lo que respecta a las fuentes de área, éstas contribuyen con la mayor emisión de amoniaco (NH<sub>3</sub>), 95%, generado por la actividad ganadera; los compuestos orgánicos volátiles (COV), 70%, por el uso de solventes; y las partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , 54% y 31%, respectivamente, con una contribución importante de los caminos no pavimentados y la extracción de minerales no metálicos.

Por su parte, las fuentes móviles carreteras son el principal emisor de monóxido de carbono (CO), 93%; y los óxidos de nitrógeno (NOx), 54%; así, como el 22% de los compuestos orgánicos volátiles (COV). Estos contaminantes provienen, principalmente, del uso de combustibles fósiles por los vehículos de uso particular y taxis.

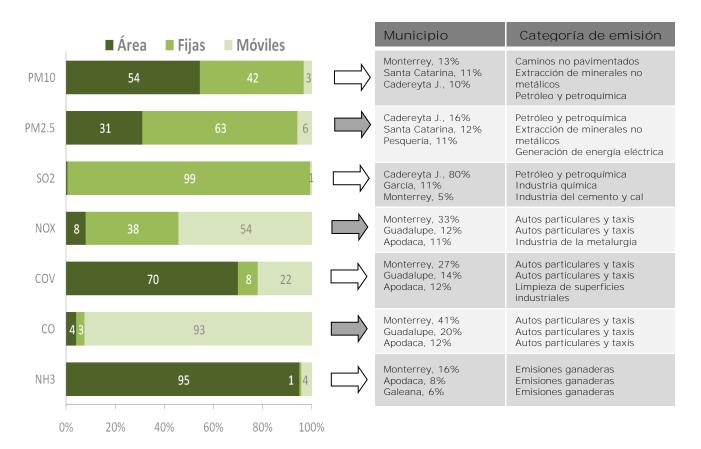


Figura 23 a. Porcentaje de emisión por fuente, municipio y categoría en el Estado de Nuevo León.





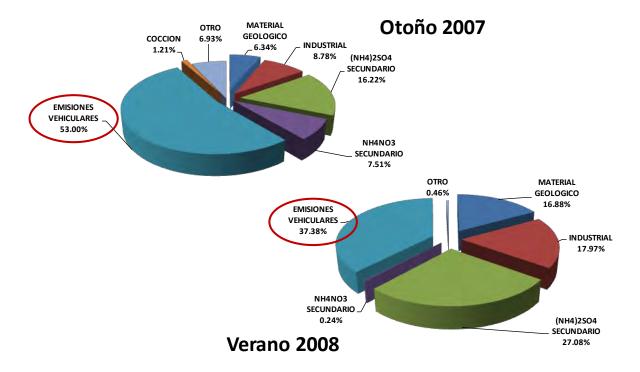




Es importante diferenciar entre la aportación de emisiones de cada una de las fuentes al inventario, y su contribución en la concentración de contaminantes en la atmósfera. En otras palabras, una fuente pude generar bajas emisiones de un contaminante, pero contribuir a la formación de una cantidad mayor de contaminantes en la atmósfera, que son conocidos como contaminantes secundarios.

Tal es el caso, por ejemplo, de la contribución de las fuentes móviles en la concentración de PM2.5 en la atmósfera. Una proporción importante del SO2 y de los NOx que emiten los vehículos, se convierten en la atmósfera en PM2.5, siendo los vehículos una importante fuente secundaria de este contaminante.

Esto se puede observar en la Figura 23b del estudio efectuado por el Dr. Gerardo Mejía.



Fuente: Marco Martínez, Gerardo Mejía: Source Apportionment of PM2.5 for Supporting Control Strategies in the Monterrey Metropolitan Area, Mexico. Paper No. 13190.

Figura 23b. Fuentes de emisión de Partículas Menores a 2.5 micrómetros (PM2.5) en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM).

Con relación a la emisión de contaminantes por municipio, destaca la participación en la emisión de contaminantes atmosféricos por parte de Monterrey, Apodaca, Cadereyta, Guadalupe, Santa Catarina, entre los más importantes.









Un resumen de la emisión de contaminantes atmosféricos para una de las categorías inventariadas para el Estado de Nuevo León se presenta en el Anexo A.

#### 3.2.1.2 Principales categorías emisoras en Nuevo León

Uno de los objetivos de este diagnóstico es identificar las fuentes específicas de emisión de contaminantes al aire en el Estado Nuevo León. Para cada contaminante se colocan únicamente las principales categorías emisoras, es decir, aquellas categorías que mayormente contribuyen a la emisión, el resto de las categorías se agregaron con el título de "otros".

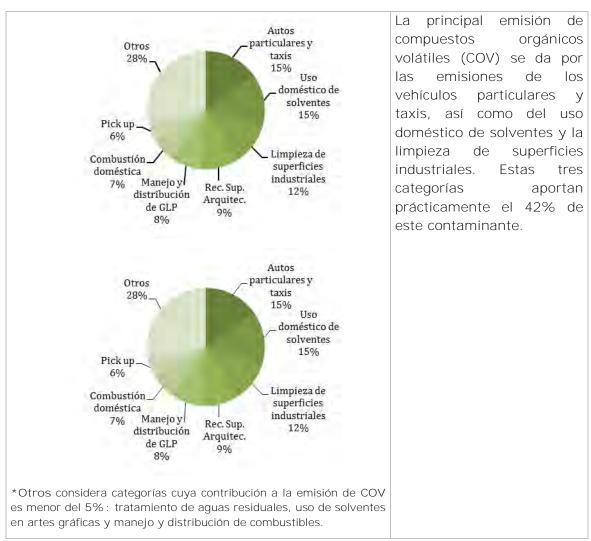


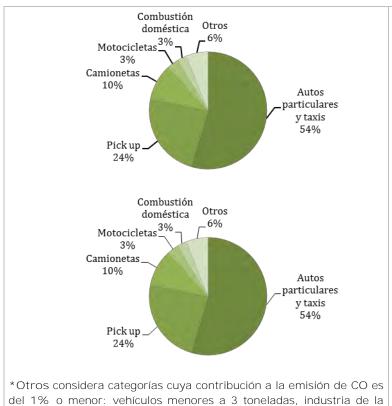
Figura 24a Emisión de COV











El 88% de la emisión de monóxido de carbono (CO) proviene de 3 categorías de emisión: autos particular y taxis, pick up y las camionetas, es decir, el uso de vehículos automotores.

metalurgia y la generación de energía eléctrica.

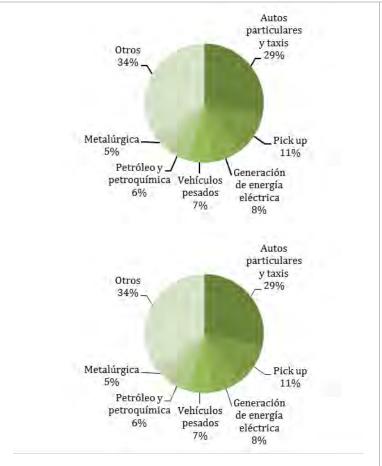
Figura 24b Emisión de CO







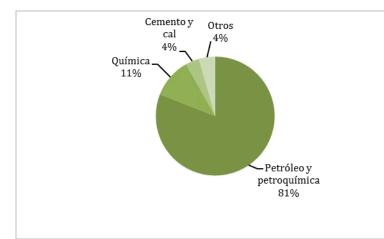




Los óxidos de nitrógeno son emitidos principalmente por el uso de autos pasrticulares y taxis, las pick up y la generación de energía eléctrica. Estas tres categorías contribuyen con la emisión del 48% de este contaminante.

\*Otros considera categorías cuya contribución a la emisión de NOx es del 2% o menor: vehículos mayores a 3 toneladas, autobuses, combustión agrícola, locomotoras y la industria del cemento y cal.

Figura 24c Emisión de NOx



La emisión de bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)proviene principalmente de los siguientes sectores: industria del petróleo y petroquímica industria química., que en conjunto emiten el 92% de este contaminante.









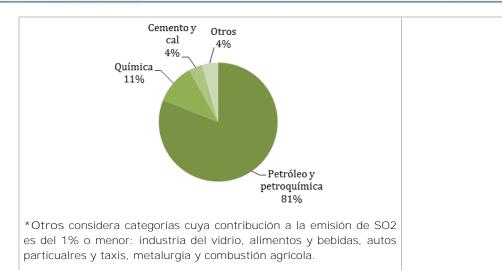


Figura 24d Emisión de SO<sub>2</sub>

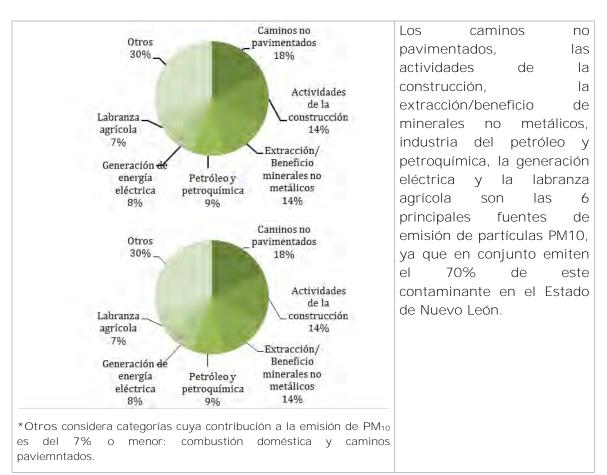


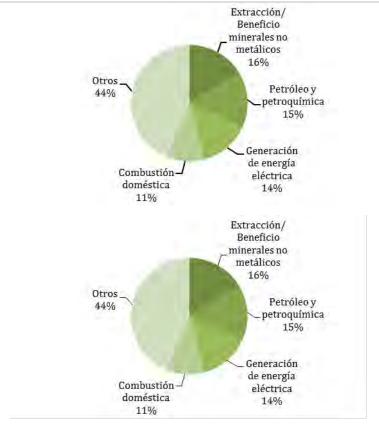
Figura 24e Emisión de PM<sub>10</sub>







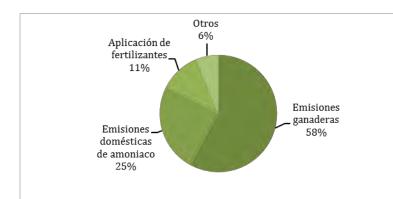




Cuatro sectores de actividad contribuyen con el 56% de la emisión de PM<sub>2.5</sub> en el Estado de Nuevo León: extracción/beneficio de minerales no metálicos, la industria del petróleo y petroquímica, la generación de energía eléctrica y la combustión doméstica.

 $^{*}$ Otros considera categorías cuya contribución a la emisión de PM<sub>2.5</sub> es del 10% o menor: actividades de la construcción, industria de la metalurgia, caminos no pavimentados y asado al carbón.

Figura 24f Emisión de PM<sub>2.5</sub>



La emisión de amoniaco (94%) se concentra prácticamente en tres categorías de emisión en el Estado de Nuevo León: emisiones ganaderas, emisiones domésticas y la aplicación de fertilizantes.









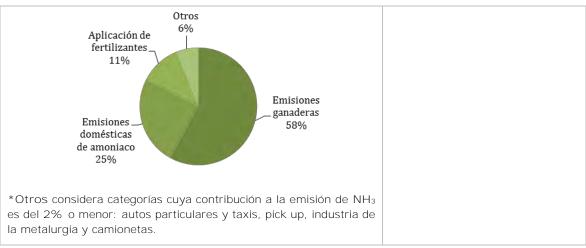


Figura 24g Emisión de NH<sub>3</sub>

Fuente: LT Consulting, 2015. Información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Nuevo León.

Figura 24. Emisión de contaminantes al aire por categoría en el Estado de Nuevo León.

De acuerdo a los resultados de emisión por tipo de contaminante y categoría de emisión, resalta la importancia de las fuentes móviles carreteras, las fuentes puntuales y de área en la contribución total a la emisión de contaminantes al aire. Dentro de las fuentes de área sobresalen las siguientes categorías: uso doméstico de leña, la aplicación de fertilizantes, así como la actividad domésticas y ganadera. En cuanto a las fuentes móviles, destaca la contribución de los vehículos tipo pick up y mayores de 3 toneladas, así como los autos de uso particular. Por parte del sector industrial, sobresale la contribución del sector de la metalurgia, química y celulosa y papel. El anexo A muestra la contribución de emisiones por cada categoría inventariada.

### 3.2.1.3 Principales municipios emisores en Nuevo León

El porcentaje de emisiones por tipo de contaminante se muestran en los Cuadros 6 al 12, en donde se destacan a los municipios que generan la mayor cantidad, indicando la categoría o fuente emisora.









Cuadro 6. Porcentaje de partículas PM<sub>10</sub> emitidas por municipio en el Estado de Nuevo León.

Municipio / % contribución	Categoría	% de emisiones de PM10
	Caminos no pavimentados	33.7
	Actividades de la construcción	20.8
	Industria del vidrio	10.5
	Caminos pavimentados	8.8
Monterrey (13.0%)	Generación de energía eléctrica	4.1
	Autos particulares y taxis	4.0
	Caminos no pavimentados	9.6
	Industria de accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	3.1
	Extracción/Beneficio minerales no metálicos	80.1
	Caminos no pavimentados	9.6
Santa Catarina (10.8%)	Industria de accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	3.1
	Caminos pavimentados	2.5
Cadereyta Jiménez	Industria del petróleo y petroquímica	87.6
(10.1%)	Labranza agrícola	6.4
	Caminos no pavimentados	3.4
	Actividades de la construcción	75.1
Juárez (9.2%)	Caminos no pavimentados	11.6
333, 32 (7.270)	Minerales no metálicos	5.4
	Caminos pavimentados	3.0









Combustión doméstica

2.3

Cantidad de municipios con mayor aporte de  $PM_{10}$  (% > al 2%)

- 12 municipios de los 51 de Nuevo León generan el 84% de las emisiones de  $PM_{10}$
- Categoría con mayor aporte: caminos no pavimentados, extracción y beneficio de minerales no metálicos, actividades de la construcción y caminos pavimentados.

Municipios con un % de aporte de PM<sub>10</sub> < al 2%

39 municipios de Nuevo León generan el 16% de las emisiones de PM<sub>10</sub>









Cuadro 7. Porcentaje de partículas PM<sub>2.5</sub> emitidas por municipio en el Estado de Nuevo León.

Municipio / % contribución	Categoría	% de emisiones de PM <sub>2.5</sub>
Cadereyta Jiménez (16.1%)	Industria del petróleo y petroquímica	95.8
Conta Catarina (11 70/)	Extracción/beneficio de minerales no metálicos	86.3
Santa Catarina (11.7%)	Industria de accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	4.7
Pesquería (11.0%)	Generación de energía eléctrica	97.1
	Extracción/Beneficio minerales no metálicos	29.83
	Generación de energía eléctrica	26.96
0((10.00())	Industria automotriz	12.93
García (10.8%)	Industria del cemento y cal	8.71
	Industria de la metalurgia	6.25
	Actividades de la construcción	3.35
	Industria química	2.55

Cantidad de municipios con mayor aporte de  $PM_{2.5}$  (% > al 2%)

- 12 municipios de los 51 de Nuevo León generan el 85% de las emisiones de  $PM_{2.5}$
- Categoría con mayor aporte: extracción y beneficio de minerales no metálicos, industria del petróleo y petroquímica, generación de energía eléctrica y combustión doméstica.

Municipios con un % de aporte de PM2.5 < al 2%

• 39 municipios de Nuevo León generan el 15% de las emisiones de PM<sub>2.5.</sub>









### Cuadro 8. Porcentaje de bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) emitidos por municipio en el Estado de Nuevo León.

Municipio / % contribución	Categoría	% de emisiones de SO <sub>2</sub>
Cadereyta Jiménez (79.7%)	Industria del petróleo y petroquímica	99.9
García (11.3%)	Industria química	95.1
,	Industria de la metalurgia	3.7
	Industria del cemento y cal	77.9
Monterrey (4.8%)	Industria de vidrio	16.6
	Autos particulares y taxis	3.6

Cantidad de municipios con mayor aporte de  $SO_2$  (% > al 2%)

- 3 municipios de los 51 de Nuevo León generan el 96% de las emisiones de SO<sub>2</sub>
- Categoría con mayor aporte: industrias del petróleo y petroquímica, química y cemento y cal.

Municipios con un % de aporte de SO<sub>2</sub> < al 2%

• 48 municipios de Nuevo León generan el 4% de las emisiones de SO<sub>2</sub>.









Cuadro 9. Porcentaje de óxidos de nitrógeno (NOx) emitidos por municipio en el Estado de Nuevo León.

Municipio / % contribución	Categoría	% de emisiones de NOx
	Autos particulares y taxis	38.0
	Industria del cemento y cal	16.8
Monterrey (30.1%)	Pick up	11.5
	Industria del vidrio	6.8
	Autobuses	6.5
	Autos particulares y taxis	50.2
	Pick up	15.4
Guadalupe (11.1%)	Vehículos mayores a 3 toneladas y tractocamiones	13.8
	Autobuses	7.1
	Camionetas	6.5
	Industria de la metalurgia	36.5
	Autos particulares y taxis	28.9
	Pick up	8.5
Apodaca (10.6%)	Vehículos mayores a 3 toneladas y tractocamiones	5.4
	Autobuses	4.7
	Generación de energía eléctrica	3.7
Cadereyta Jiménez (6.7%)	Industria del petróleo y petroquímica	93.8
	Combustión agrícola	5.3









#### Cantidad de municipios con mayor aporte de NOx (% > al 2%)

- 10 municipios de los 51 de Nuevo León generan el 85% de las emisiones de NOx
- Categoría con mayor aporte: autos particulares y taxis, pick up, generación de energía eléctrica, industria del petróleo y petroquímica, industria de la metalurgia, vehículos pesados (mayores a 3 toneladas y tractocamiones).

Municipios con un % de aporte de NOx < al 2%

• 41 municipios de Nuevo León generan el 15% de las emisiones de NOx.









Cuadro 5. Porcentaje de compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por municipio en el Estado de Nuevo León.

Municipio / % contribución	Categoría	% de emisiones de COV
	Autos particulares y taxis	20.8
	Uso doméstico de solventes	14.3
Monterrey (25.8%)	Limpieza de superficies industriales	10.6
	Artes gráficas	9.7
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	9.4
	Autos particulares y taxis	19.4
	Uso doméstico de solventes	16.3
Guadalupe (13.5%)	Limpieza de superficies industriales	11.9
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	10.7
	Manejo y distribución de GLP	9.3
	Limpieza de superficies industriales	21.2
	Uso doméstico de solventes	15.5
Apodaca (11.3%)	Autos particulares y taxis	12.7
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	10.2
	Manejo y distribución de GLP	8.6
San Nicolás de los Garza (9.5%)	Industria química	22.8









	Limpieza de superficies industriales	18.4
	Uso doméstico de solventes	15.1
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	9.9
	Manejo y distribución de GLP	8.9

Cantidad de municipios con mayor aporte de COV (% > al 2%)

- 9 municipios de los 51 de Nuevo León generan el 80% de las emisiones de COV
- Categoría con mayor aporte: uso doméstico de solventes, limpieza de superficies industriales, autos particulares y taxis, recubrimiento de arquitectónicas y manejo distribución de gas.

Municipios con un % de aporte de COV < al 2%

• 42 municipios de Nuevo León generan el 20% de las emisiones de COV.









Cuadro 6. Porcentaje de monóxido de carbono (CO) emitidos por municipio en el Estado de Nuevo León.

Municipio / % contribución	Categoría	% de emisiones de CO
	Autos particulares y taxis	63.77
Monterrey (35.3%)	Pick up	21.03
Memericy (66.676)	Camionetas	9.31
	Motocicletas	3.27
	Autos particulares y taxis	63.42
Guadalupe (17.2%)	Pick up	21.13
Gaddaupe (17.270)	Camionetas	8.95
	Motocicletas	3.53
	Autos particulares y taxis	59.42
	Pick up	19.10
Apodaca (10.1%)	Camionetas	6.68
	Industria de la metalurgia	6.66
	Motocicletas	3.74
	Autos particulares y taxis	59.09
General Escobedo (6.2%)	Pick up	26.60
35.1161 d.1 236056d0 (0.270)	Camionetas	5.95
	Motocicletas	3.77









#### Cantidad de municipios con mayor aporte de CO (% > al 2%)

- 7 municipios de los 51 de Nuevo León generan el 80% de las emisiones de CO
- Categoría con mayor aporte: autos particulares y taxis, pick up, camionetas, motocicletas.

Municipios con un % de aporte de CO < al 2%

• 44 municipios de Nuevo León generan el 20% de las emisiones de CO.









Cuadro 7. Porcentaje de amoniaco (NH<sub>3</sub>) emitidos por municipio en el Estado de Nuevo León.

Municipio / % contribución	Categoría	% de emisiones de NH3
	Emisiones ganaderas	55.8
Monterrey (15.7%)	Emisiones domésticas	32.4
	Autos particulares y taxis	8.5
	Emisiones ganaderas	54.1
Apodaca (7.8%)	Emisiones domésticas	35.4
	Autos particulares y taxis	4.6
	Industria de la metalurgia	4.1
	Emisiones ganaderas	57.9
Galeana (5.8%)	Aplicación de fertilizante	36.9
	Emisiones domésticas	5.1
Codorouto limánoz	Emisiones ganaderas	56.2
Cadereyta Jiménez (5.8%)	Aplicación de fertilizante	34.6
	Emisiones domésticas	9.2

Cantidad de municipios con mayor aporte de NH<sub>3</sub> (% > al 2%)

- 16 municipios de los 51 de Nuevo León generan el 74% de las emisiones de NH<sub>3</sub>
- Categoría con mayor aporte: uso doméstico de solventes, limpieza de superficies industriales, autos particulares y taxis, recubrimiento de arquitectónicas y manejo distribución de gas.

Municipios con un % de aporte de NH<sub>3</sub> < al 2%

• 35 municipios de Nuevo León generan el 26% de las emisiones de NH<sub>3</sub>.









Los resultados del análisis por municipio y categoría de emisión para el Estado de Nuevo León muestran que la emisión de contaminantes atmosféricos se concentran básicamente en las fuentes móviles que circulan por carretera, el sector industrial y algunas fuentes de área, éstas últimas principalmente en la emisión de partículas y compuestos orgánicos volátiles. Este nivel de detalle de las emisiones permitirá diseñar las medidas de control de emisiones que serán incluidas en el Programa de Calidad del Aire para el Estado de Nuevo León.

### 3.2.2 Inventario de emisiones para el Área Metropolitana de Monterrey (AMM)

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) está constituida como la principal zona de concentración en cuanto al número de habitantes, vivienda, industria, comercios y vehículos automotores del Estado de Nuevo León. Es así, que en esta sección se realiza un análisis de las emisiones al aire emitidas en el AMM con respecto a lo que sucede en el resto de los municipios que integran esta entidad. El análisis de emisiones se realiza únicamente para las fuentes antropogénicas, es decir, aquellas que son producto de las actividades humanas y sobre las cuales se puede incidir para regular y controlar sus emisiones.

### 3.2.2.1 Inventario de emisiones por fuente emisora en Nuevo León

El Cuadro 13 muestra la cantidad de emisiones generadas por contaminante para el Área Metropolitana de Monterrey, como se puede observar, existe una emisión importante de gases precursores de ozono, como son los compuestos orgánicos volátiles (COV) y los óxidos de nitrógeno (NOx). Con relación a la emisión de material particulado se emiten principalmente PM<sub>10</sub>.









Cuadro 8. Inventario de emisiones por fuente para el AMM.

Fuente de emisión		Mg/año					
i dente de emision	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	СО	NO <sub>X</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Fijas	4,662.3	3,221.0	6,613.0	5,284.5	12,208.5	6,749.8	160.3
Área	5,707.5	1,207.5	5.7	1,733.6	1,344.6	51,370.6	6,722.3
Móviles carreteras	643.3	606.6	234.7	232,946.3	29,035.2	22,261.6	931.6
Móviles no carreteras	23.1	21.9	79.5	1,767.0	1,089.8	167.9	0.1
Naturales	NA	NA	NA	NA	746.4	2,133.1	NA
Total	11,036.2	5,057.0	6,933.0	241,731.4	44,424.5	82,683.0	7,814.2

NA = No aplica.

Fuente: LT Consulting, 2015. Información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Nuevo León.

Como se muestra, las fuentes fijas son las principales emisoras de bióxido de azufre ( $SO_2$ ) y  $PM_{2.5}$ , además de tener un aporte importante de  $PM_{10}$  y monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx). Las fuentes de área contribuyen en primer lugar con la emisión de partículas  $PM_{10}$ , compuestos orgánicos volátiles (COV), así como el amoniaco ( $NH_3$ ). Por su parte, las fuentes móviles carreteras son las principales emisoras de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

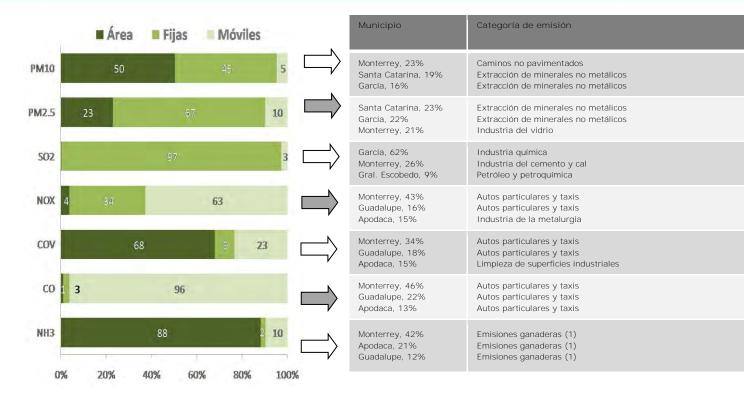
La Figura 25 muestra la contribución de emisiones por fuente, municipio y categoría para el Área Metropolitana de Monterrey. Cabe precisar que las categorías de emisión relacionadas con cada municipio no son las únicas que contribuyen a la generación de contaminantes, únicamente se muestra al mayor emisor. En forma general, las principales categorías emisoras están relacionadas con actividades industriales y el uso de vehículos automotores. Mientras que los principales municipios emisores son Monterrey, Santa Catarina, García, General Escobedo, Apodaca, Guadalupe.











Notas: (1) Las emisiones ganaderas incluyen: bovinos, caprinos, ovinos, porcinos, caballar, asnal, conejos y aves de corral. Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP.

Fuente: LT Consulting, 2015. Información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Nuevo León.

Figura 25. Porcentaje de emisión por fuente, municipio y categoría en el AMM.

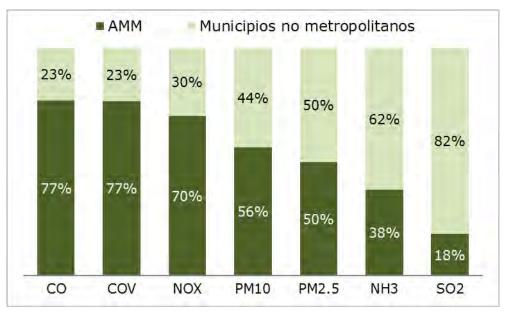
Por otra parte, en el contexto estatal, los municipios que integran el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) contribuyen en forma importante en la emisión de contaminantes atmosféricos. Como se aprecia en la Figura 26, los municipios del AMM participan con más del 70% en la emisión de CO, COV y NOx, así como en una emisión del 50% o más de material particulado.

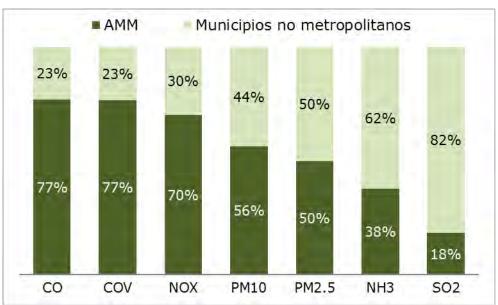










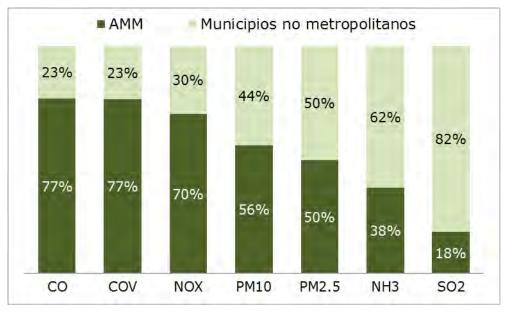












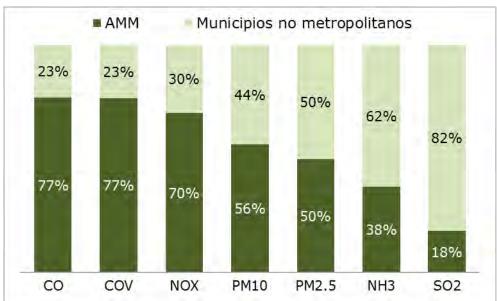


Figura 26. Porcentaje de emisión en el AMM vs. municipios no metropolitanos de Nuevo León.









## CAPÍTULO 4

IMPACTOS SOBRE LA SALUD















### 4. Impactos sobre la salud

En Nuevo León, de acuerdo con información histórica de calidad del aire disponible, en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) se ha incumplido constantemente las normas de calidad del aire para partículas suspendidas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), así como para ozono ( $O_3$ ), como se aprecia en la sección 2.3.1 Número de días sobre las Normas Oficiales Mexicanas del presente documento. El AMM se ha situado entre las ciudades con los niveles de contaminación más alto en el país por partículas suspendidas (INECC, 2011). Además, esta zona metropolitana ocupa la primera posición por sus niveles de  $PM_{2.5}$  reportados en 2009, entre 576 ciudades en todo el mundo que reportan las concentraciones promedio anuales de este contaminante (OMS, 2015).

Las concentraciones elevadas de partículas suspendidas y ozono en el Á M de M, es sin duda, un problema ambiental grave con implicaciones en salud que deterioran la calidad del vida de alrededor de cuatro millones neoleoneses. Las tendencias históricas de las violaciones a las normas de calidad del aire de estos contaminantes indican que la exposición de la población a éstos ha sido de manera constante (exposición crónica) y también con episodios esporádicos de altas concentraciones (exposición aguda). Estos dos tipos de exposición implican efectos en la salud que van desde malestares respiratorios, como irritación de los ojos y vías respiratorias, dolores de cabeza, hasta enfermedades crónicas, como cáncer de pulmón y mortalidad enfermedades cardiovasculares (INE, 2011), entre otros. La atención de esta amplia gama de efectos en la salud conlleva un gasto adicional a las familias y al Estado mexicano a través de sus sistemas de salud. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en contaminación del aire representó un costo del 3.3% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional (INEGI, 2015).









Por lo anterior, el ProAire de Nuevo León tiene el objetivo fundamental de instrumentar acciones para reducir los niveles de contaminantes del aire que implican riesgos en la salud de la población. En particular para proteger la población más susceptible, como los niños, las mujeres embarazadas y los adultos mayores y, en consecuencia, protegiendo también a la población general. Los beneficios al reducir la contaminación del aire no solamente se traducen en una mejora de la salud de la población, sino también en un ahorro en los gastos generados por la atención a los padecimientos e incrementos en la mortalidad por las enfermedades asociadas con la exposición a estos contaminantes. Además, al mejorar la calidad del aire también se garantiza el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, consagrado en el Artículo 4to. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos<sup>11</sup>.

Para reducir los riesgos de enfermedades y mortalidad relacionadas con la contaminación del aire, que se describen con detalle en este capítulo, se requiere que las concentraciones de los contaminantes normados disminuyan a niveles aceptables que impliquen un mínimo o nulo riesgo para la salud de la población. Estos niveles corresponden a los límites de los estándares o normas de calidad del aire nacionales en materia de calidad del aire (estas normas de describen en el Capítulo 2 de este documento), o en su caso, los establecidos en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Es importante apuntar que estos límites no están fijos en el tiempo y que, al ser obtenidos del conocimiento científico más reciente, en la medida que crece la evidencia en torno a los efectos de la salud de la población por la exposición a la contaminación atmosférica, estos valores son actualizados por las instituciones nacionales e internacionales de salud.

Cabe mencionar que la mejora de la calidad del aire es un proceso complejo que toma tiempo, una vez que se diseñan e instrumentan las acciones de control de las emisiones de los contaminantes (entre 3 y 10 años), como se ha observado en la Ciudad de México. En virtud de lo anterior, una manera inmediata de reducir los efectos en la salud por la contaminación atmosférica es evitar la exposición a éstos, por lo tanto es importante que la población conozca los niveles de contaminación existentes, y que tomen acciones para limitar su exposición. Estas acciones se presentan en la página en la que se

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm









informa de la calidad del aire y es suma importancia que la población tome consciencia de la importancia de acatar dichas recomendaciones.

## 4.1 Contaminantes atmosféricos y sus efectos en la salud

En esta sección se describirán las principales características de los contaminantes criterio, así como la sintomatología y efectos en la salud asociados a la exposición de la población. En el caso particular de las partículas suspendidas con diámetros menores de 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ) se añadió una sección en la que se presentan los resultados de los casos de muertes evitables estimados en 2014, y su correspondiente valor económico, bajo el supuesto de que las concentraciones de este contaminante cumplieran con el límite anual de la normatividad nacional.

## 4.1.1 Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>)

En el mundo y en México la exposición de la población a la contaminación de aire por partículas suspendidas (PM) constituye el cuarto y décimo factor de riesgo de mortalidad respectivamente. En 2013 se estima que en México hubo 26,484 muertes atribuibles a la contaminación ambiental de dichas partículas (IHME, 2015).

Las  $PM_{10}$  son aquellas partículas suspendidas que poseen un diámetro aerodinámico menor a 10 micras, y se pueden dividir por su tamaño a saber en: las fracción gruesa (cuyo diámetro aerodinámico se encuentra entre 2.5 y 10 micras,  $PM_{2.5-10}$ ), fracción fina que incluye a las partículas con diámetros aerodinámico menor a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ) y la fracción ultra fina que se refiere a las partículas menores de 1 micra ( $PM_{2.5}$ ) y Garibay-Bravo, 2003).

Si bien las partículas tienen una composición que varía en función de su origen y tamaño, están constituidas principalmente por metales, compuestos orgánicos, material de origen biológico, iones, gases reactivos y la estructura misma de las partículas, normalmente formada por carbón elemental (el llamado carbono negro) (Rojas-Bracho y Garibay-Bravo, 2003).









### 4.1.2 Partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>)

Como se mencionó las  $PM_{2.5}$ , también llamadas partículas finas o fracción respiratoria son aquellas partículas con un diámetro igual o menor a  $2.5~\mu m$ . Mientras más pequeñas son las partículas pueden penetrar más profundamente en las vías respiratorias, hasta llegar a los pulmones. Inclusive, la proporción de la superficie de contacto es mayor con respecto a su volumen, con lo que aumenta la probabilidad de que la partícula entre en contacto con el organismo, incrementando los riesgos de daño a tejidos y órganos <sup>(</sup>Rojas-Bracho y Garibay-Bravo, 2003).

Existe evidencia muy robusta sobre los impactos negativos en la salud a corto y largo plazo de las  $PM_{2.5}$  en estudios epidemiológicos y toxicológicos en todo el mundo. Los efectos más documentados son la mortalidad y la hospitalización de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), exacerbación de los síntomas y aumento de la necesidad de terapia en asmáticos, mortalidad y hospitalización de pacientes con enfermedades cardiovasculares, mortalidad y hospitalización de pacientes con diabetes mellitus, aumento del riesgo de infarto al miocardio, inflamación de los pulmones, inflamación sistémica, disfunción endotelial y vascular, desarrollo de aterosclerosis, aumento en la incidencia de infecciones y cáncer de pulmón (Pope C. A. III y Dockery D., 2006).

### 4.1.3 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

 ${\sf El~SO_2}$  es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera en la combustión de fósiles (carbón y petróleo) y en la fundición de minerales que contienen azufre. La principal fuente antropogénica es la quema de combustibles fósiles que contienen azufre empleados para la generación de electricidad y en los vehículos de motor a diésel.

Los principales efectos sobre la salud del  $SO_2$  es la afectación a las funciones pulmonares, además de causar irritación ocular. Otro efecto importante, es la inflamación del sistema respiratorio que provoca tos, secreción mucosa, agravamiento del asma y bronquitis crónica. Es común que los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en los que los niveles de  $SO_2$  son más elevados (Albert, 2004).









### 4.1.4 Ozono (O<sub>3</sub>)

El ozono a nivel del piso es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera por la reacción que se lleva cabo entre los óxidos de nitrógeno (procedentes de las emisiones de vehículos o la industria) y de los compuestos orgánicos volátiles (emitidos por los vehículos, los solventes y la industria) en presencia de luz solar.

La exposición a ozono en periodos cortos puede causar una variedad de efectos en el sistema respiratorio, incluyendo inflamación del revestimiento de los pulmones (conocido como pleuresía) y reducción de la capacidad pulmonar, así como síntomas respiratorios, como tos, sibilancias, dolor en el pecho, ardor en el pecho y dificultad para respirar.

Algunos estudios también han encontrado que la exposición a ozono en largos periodos puede contribuir al desarrollo de asma, especialmente entre niños con ciertas susceptibilidades genéticas; también en niños quienes frecuentemente se ejercitan en exteriores puede causar daños permanentes en el tejido del pulmón (EPA, 2013).

### 4.1.5 Bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de  $NO_2$  son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos). Los síntomas de bronquitis han sido estudiados epidemiológicamente en niños asmáticos encontrándose que existe un aumento en la exposición prolongada a este contaminante. Otro importante efecto es la disminución de la función pulmonar (OPS, 2000).

### 4.1.6 Monóxido de carbono (CO)

Gas incoloro, inodoro e insípido, producto de una combustión incompleta de los motores de los vehículos que emplean gasolina como combustible. Los convertidores catalíticos han reducido las emisiones de CO adicionalmente los controles de emisiones que en las últimas tres décadas se han fortalecido, como el caso de los programas de inspección y mantenimiento. Otras fuentes de producción de CO son los incendios forestales y las quemas de la agricultura.

Por su estructura molecular, este contaminante presenta afinidad con la hemoglobina y desplaza el oxígeno en la sangre, pudiendo ocasionar daños cardiovasculares y efectos neuroconductuales. Este contaminante es peligroso









en altitudes más elevadas, donde la presión del oxígeno es más baja y en donde la gente carece de un suministro adecuado de este gas (EPA, 2013).

# 4.2 Estimación económica de las muertes evitables en el AMM si se cumpliera la NOM PM<sub>2.5</sub>

La motivación de este análisis es proporcionar a las autoridades y al público interesado información sobre los beneficios económicos que se obtendrían en la salud si se redujeran los niveles de las PM<sub>2.5</sub> en el Área Metropolitana de Monterrey, en particular en los incrementos de casos de mortalidad prematura por causa de las Enfermedades Cardiovasculares (EC), cáncer de pulmón y Enfermedades Pulmonares Obstructivas Crónicas (EPOC).

La monetización de los efectos en la salud de la población asociados con el deterioro ambiental, en este caso de la calidad del aire, ha resultado ser un instrumento de argumentación efectivo para el diseño de proyectos que requieren de financiamiento público o privado para su ejecución. Con esta perspectiva los proyectos tienen un componente de factibilidad económica que facilita la gestión de recursos económicos de orden público o privado para llevar a cabo programas, proyectos y acciones que beneficien la salud de los pobladores y que además ahorren recursos económicos (Rojas-Bracho *et al.*, 2013).

Este análisis solamente incluye a las partículas suspendidas con un diámetro menor a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ) porque, como ya se mencionó, la evidencia científica reciente tanto nacional como internacional reporta asociaciones concluyentes sobre sus efectos en la salud, en especial sobre su efecto en incrementos de mortalidad por causa de las Enfermedades Cardiovasculares (EC), cáncer de pulmón y Enfermedades Pulmonares Obstructivas Crónicas (EPOC) (Pope C. A. et al., 2004; Lepeule J. et al., 2012; Pope C. A. III y Dockery D., 2006).

Es importante decir que la metodología utilizada en este análisis es consistente con la metodología que el INECC ha empleado en su reciente publicación "Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las  $PM_{2.5}$  en tres zonas metropolitanas









mexicanas". Dicha publicación fue revisada y comentada por especialistas en los temas de salud y económicos (López y Rivas, 2014).

Por lo anterior, el objetivo de este análisis fue cuantificar los efectos en la salud de la población mayor de 30 años expuesta a las concentraciones actuales de  $PM_{2.5}$  en el Área Metropolitana de Monterrey. Este análisis consideró dos escenarios, el primero contempla las condiciones actuales (base) de las concentraciones ambientales de  $PM_{2.5}$ ; y segundo es el escenario de reducción (rollback, en inglés) de las concentraciones de  $PM_{2.5}$ , los que se describen en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Escenarios de reducción de las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> en el AMM.

Escenarios modelados	Nombre	Descripción
1	Base	Concentraciones ambientales de PM <sub>2.5</sub> en 2014
2	NOM	Reducción de las concentraciones ambientales en el área de cobertura de la red a 12 µg/m³, valor límite de la NOM-025-SSA1-2014

### 4.2.1 Aplicación del modelo BenMap

Se aplicó el modelo BenMAP (Environmental Benefits Mapping and Analysis Program)<sup>12</sup> para estimar la mortalidad evitable. Este modelo es una herramienta de cómputo que estima los beneficios en la salud por el mejoramiento de la calidad del aire. Este modelo incluye un Sistema de Información Geográfica (GIS) que permite realizar los cálculos de los impactos en la salud a un nivel de detalle espacial muy fino. Con este ejercicio, se mejora la precisión de los resultados porque considera la variabilidad espacial de las principales variables. Asimismo, esta herramienta facilita la sistematización de la información de insumos y resultados con lo que se reducen los errores humanos y se asegura su reproducibilidad.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Este modelo se encuentra disponible en la página de la EPA (Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos)









El principal propósito de BenMAP es estimar los impactos en la salud y sus valores económicos asociados con los cambios de las concentraciones de la contaminación atmosférica. Esto se realiza mediante la utilización de las Funciones Exposición-Respuesta (FER) que asocian a un cambio en la concentración de un contaminante con el cambio en un efecto en la salud.

Las etapas que implican la estimación de la mortalidad prematura son: 1) la identificación de los impactos de las  $PM_{2.5}$  (que se describieron previamente); 2) La selección de la función exposición respuesta (INECC, 2014); 3) La evaluación de la exposición; 4) la caracterización del impacto; y 5) La valoración económica de los impactos evaluados (beneficios o costos evitables).

Los datos utilizados para ejecutar el modelo son:

- El decremento de las concentraciones anuales de las  $PM_{2.5}$  (µg/m³) para cumplir con los valores límite de los dos escenarios analizados.
- Los valores de los riesgos relativos de las funciones exposición-respuesta (FER), que relacionan un cambio en una unidad de concentración con un cambio en el impacto de la salud.
- La información basal de los impactos en salud analizados en el área de estudios.
- Las características de la población (por ejemplo, estructura demográfica y etaria de la población) por Área Geoestadística Básica (AGEB).
- Es conveniente aclarar que BenMAP evalúa implícitamente la exposición de la población utilizando la distribución espacial de la población y de las concentraciones por AGEB en el área de estudio.

### 4.2.2 Selección de la función de exposición respuesta

En este estudio se utilizaron las FER para  $PM_{2.5}$  con el mayor sustento científico reportadas en la literatura internacional, que incluyen los impactos en la salud por la exposición a largo plazo a este contaminante de estudios epidemiológicos de cohorte realizados en los Estados Unidos. En el cuadro 15 se presentan los impactos en la salud que fueron evaluados en este estudio y los coeficientes de riesgo relativo con sus respectivos intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %). Asimismo, se presentan los intervalos de edad de la población considerada para cada impacto y su referencia en la bibliografía.









Cuadro 9. Impactos en la salud, intervalo de edad de la población, riesgos relativos y referencias.

Impactos en la salud	Intervalo de edad de la población afectada (años)	Riesgo relativo (IC 95 %) por 10 µg/m³ de PM <sub>2.5</sub>	Referencia
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares	≥30	1.129 (1.04-1.23)	ACS y Seis ciudades. Estimador compuesto. (Stevens et al., 2008)
Mortalidad por cáncer de pulmón		1.151 (1.03-1.27)	ACS y Seis ciudades. Estimador compuesto. (Stevens et al., 2008)
Mortalidad por Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC)		1.09 (0.95, 1.26)	Lepeule et al., 2012

### 4.2.3 Evaluación de la exposición

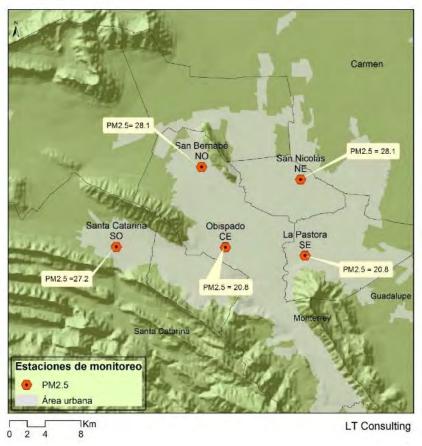
A partir de la información recolectada en el sistema de monitoreo automático del AMM se estimaron las concentraciones promedio anuales para 2014. En este análisis se consideraron las 5 estaciones históricas porque son las que cumplieron con los criterios de suficiencia de datos. Estas estaciones y sus concentraciones promedio anuales, en  $\mu g/m^3$ , se presentan en la Figura 27. Las concentraciones más altas se obtuvieron en las estaciones del norte San Nicolás y San Bernabé (NE y NO, respectivamente) y en la estación de Santa Catarina (SO). Estos valores son aproximadamente 2.3 veces más altos que el valor límite normado en México (12  $\mu g/m^3$ ). En el caso de las estaciones de CE y SE (Obispado y La Pastora, respectivamente) su valor promedio anual supera 1.7 veces dicho valor.











Fuente: LT Consulting, 2015, a partir de información del SIMA.

Figura 27. Estaciones consideradas en el análisis\*

\*Las estaciones consideradas en las estimaciones de los beneficios de salud fueron: Centro, Obispado, San Bernabé, San Nicolás, Santa Catarina y la Pastora. Sin bien la estación Apodaca cuenta con monitores de PM<sub>2.5</sub>, sus registros en 2014 fueron insuficientes para el cálculo de la concentración promedio anual bajo los criterios de suficiencia de información utilizados en este documento.

A partir de las concentraciones anuales de PM<sub>2.5</sub> en 2014, el modelo BenMap estimó las concentraciones promedio anuales en cada AGEB en el área urbana del AMM. Este proceso se realizó a través de algoritmos de cómputo que utilizan métodos de interpolación espacial<sup>13</sup>. El resultado de la interpolación se muestra en la Figura 27. Las concentraciones fluctúan entre 20.9 y 28.1 µg/m<sup>3</sup> en los polígonos de los AGEB urbanos. En cada uno de los 1587 polígonos de la AMM se adjudicó un valor de concentración de PM<sub>2.5</sub>. Subsecuentemente, BenMap internamente estima la exposición de la población en cada AGEB al

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> En el caso particular, esta análisis usó el método de los polígonos de Thiessen (Voronoi)









relacionar la concentración de  $PM_{2.5}$  y su respectiva población. Como se mencionó (ver, Figura 28), las zonas que presentan un mayor impacto de concentraciones altas de  $PM_{2.5}$ , son las áreas aledañas a las estaciones de Santa Catarina, San Bernabé y San Nicolás.

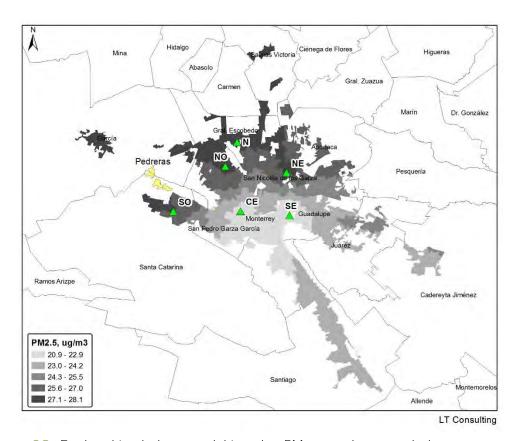


Figura 28. Evaluación de la exposición a las PM<sub>2.5</sub> en el escenario base.

### 4.2.4 Caracterización de los impactos

Los impactos en mortalidad (por las tres causas estudiadas) de la población mayor de 30 años que reside en el AMM asociados con la exposición a las concentraciones de  $PM_{2.5}$  que prevalecen en esta demarcación se estimaron mediante la siguiente ecuación:

 $\Sigma Iij = \Delta Cj \cdot FERi \cdot Pj \cdot Ti$ 

[Ecuación 1]









En donde:

lij [número de casos] = número de casos del impacto en la salud i [donde i es mortalidad por enfermedades cardiovasculares, mortalidad por cáncer de pulmón y mortalidad por enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC)] asociado con el cambio en la concentración de  $PM_{2.5}$ , en el AGEB j

 $\Delta Cj$  [µg/m³] = cambio de la concentración del contaminante de PM<sub>2.5</sub> si los niveles de este contaminante cumpliera con límite anual de la NOM-025-SSA1-2014, ponderado por la población que está expuesta en el AGEB j

FERij [%/1μg/m³] = función exposición-respuesta expresada como el incremento relativo del riesgo para el efecto i por un cambio en una unidad en la concentración del de  $PM_{2.5}$ .

Pj [número de personas] = población mayor de 30 años expuesta a  $PM_{2.5}$ , en el AGEB j.

 $Ti^{-14}$ [número de casos/personas/año] = tasa basal de mortalidad municipal asociada con el impacto i para la población P.

Los resultados del modelo BenMap arrojaron un total de 316 casos de mortalidad evitable entre la población mayor de 30 años que reside en el AMM expuesta a las concentraciones ambientales de PM<sub>2.5</sub>, en 2014. En la Figura 29 se presentan los casos de mortalidad evitable en los municipios, el mayor número de casos de mortalidad se presenta en Monterrey y San Nicolás de los Garza, estos agrupan el 77% (244) del total; seguido de los municipios de Santa Catarina, Apodaca, Gral. Escobedo y San Pedro Garza García que concentran el 21% del total (67); y el restante 2% (5) se concentra en Cadereyta Jiménez, Juárez, Santiago, García y Salinas Victoria.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Dado que todavía no se publican los datos de mortalidad para el 2014, se calcularon las tasas basales por causa específica (cáncer de pulmón, enfermedades cardiovasculares y pulmonares obstructivas crónicas) de los datos mortalidad en 2013 (INEGI, 2015).









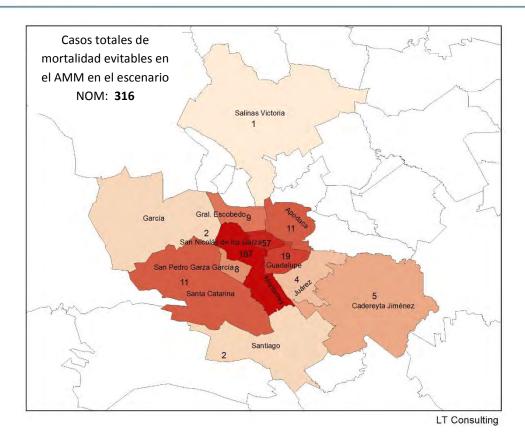


Figura 29. Casos de mortalidad evitable por las tres causas estudiadas en 2014, escenario NOM.

### 4.2.5 Beneficios económicos

Finalmente, el cálculo efectuado por el modelo BenMap para la valoración económica de la mortalidad evitable se calculó a través de la siguiente ecuación:

 $VE = \sum MEi \cdot VEV$  [Ecuación 2]

En donde:

VE [pesos mexicanos a precios de 2014] = valor monetario del número total de casos de la mortalidad evitable estimado para las tres causas estudiadas.









**<u>∑</u>MEi** [casos de mortalidad] = sumatoria de los casos de cada causa de mortalidad estudiada i [donde i es mortalidad por enfermedades cardiovasculares, mortalidad por cáncer de pulmón y mortalidad por enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC)].

VEV [pesos mexicanos a precios de 2014<sup>15</sup>] = valor de una vida estadística de una vida (ajustando el valor por inflación a precios de 2014<sup>16</sup>). Se utilizó un VEV de \$1.65 millones de dólares americanos de 2010<sup>17</sup>.

El valor monetario de los 316 casos de mortalidad evitable en 2014 resultaron ser más de 7,560 millones de pesos (mdp). En la Figura 30 se presentan estos beneficios económicos en cada municipio del AMM, cuyos valores se obtuvieron al agregar las estimaciones de la valoración de los AGEB que integran cada municipio. Los municipios de Monterrey y San Nicolás de los Garza tendrían beneficios de más de 5837 millones de pesos si las concentraciones ambientales promedio anuales de PM<sub>2.5</sub> cumplieran con el límite normado correspondiente para este contaminante. En los 10 municipios restantes (Guadalupe, Santa Catarina, Apodaca, Gral. Escobedo, San Pedro Garza García, Cadereyta Jiménez, Juárez, Santiago, García y Salinas Victoria) se obtendrían beneficios económicos de casi 1723 millones de pesos.

15 Se utilizó el promedio del tipo de cambio diaria, pesos por dólar, de 2014 (BANXICO, 2015)

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> El cálculo de la inflación de 2010 a 2014 se consultó de la calculadora del índice de precios y cotizaciones del Departamento de Estadísticas del Trabajo de Estados Unidos (BLS, 2015)

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Para mayor detalle de su estimación, consultar (López y Rivas, 2014).









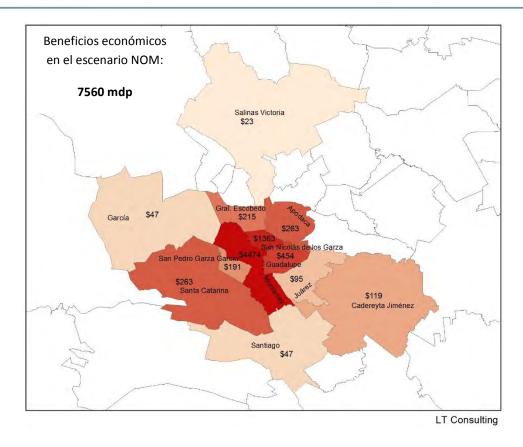


Figura 30. Valoración económica (miles de millones de pesos de 2014).

### 4.2.6 Recomendaciones

Como se mencionó al inicio, este análisis tiene el propósito de brindar información a los tomadores de decisiones de medioambiente y de salud, de

los tres órdenes de gobierno, sobre los beneficios económicos, o en otras palabras, de los costos asociados a los efectos en la salud de la población expuesta a las concentraciones ambientales de  $PM_{2.5}$  que prevalecen en el AMM.

La evaluación de impactos en la salud indica que si se redujeran los niveles de  $PM_{2.5}$  al grado de cumplir con el límite anual, de 12  $\mu g/m^3$ , en el AMM se evitarían un total de 316 casos de mortalidad por enfermedades









cardiovasculares, pulmonares obstructivas crónicas y por cáncer de pulmón cuyos beneficios económicos ascenderían a 7,560 millones de pesos en 2014. Esta cifra económica es 2.6 veces mayor al presupuesto estatal asignado para el rubro de salud de Nuevo León en 2014 que asciende aproximadamente a 2,861 millones de pesos (ASEML, 2015).

Los municipios de Monterrey y San Nicolás de los Garza presentarían beneficios económicos de más de 5,838 millones de pesos que representan en su conjunto los de mayor proporción respecto a los demás municipios. Para dar una idea de la dimensión de estos beneficios, esta cifra es casi 3 veces mayor al monto aprobado de las aportaciones federales (Ramo 33) en el rubro de Servicios de Salud para el Estado de Nuevo León en 2014 (CEFP, 2015).

Finalmente es importante comentar que estas estimaciones tienen limitaciones asociadas con la información utilizada para este análisis. En particular, las funciones exposición-respuesta fueron tomadas de estudios epidemiológicos realizados en la población de ciudades ubicadas en los Estados Unidos. Es altamente probable que la susceptibilidad entre la población mexicana y la población de Estados Unidos cambie dependiendo de sus características genéticas, de dieta, actividad física, entre otras. Por lo tanto, es necesaria la realización de estudios epidemiológicos en Nuevo León que estimen los efectos en la salud de la exposición a la contaminación atmosférica con el fin de realizar una mejor estimación económica.









## CAPÍTULO 5











### 5. Comunicación y educación ambiental

## 5.1 Proceso actual de comunicación a la población sobre la calidad del aire

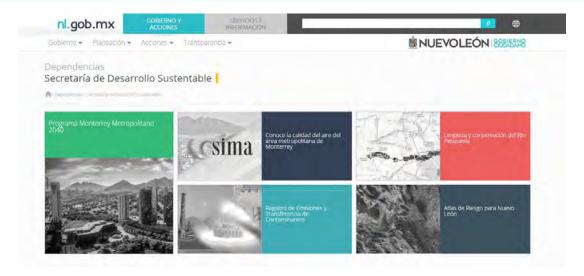
La Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León (SEDESU) cuenta con la Coordinación de Educación Ambiental, la cual tiene como principal labor fortalecer la cultura ecológica a través de programas de educación ambiental, fomentando la concientización y la participación de la sociedad en la temática del desarrollo sustentable. Esta coordinación promueve políticas de preservación, conservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, aire, suelo, agua y otros recursos naturales, a través de la vinculación con todos los niveles de gobierno, instituciones educativas y con los diversos sectores de la sociedad.











Fuente: <a href="http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable">http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable</a>

Figura 32. Imagen de la página web de inicio de SEDESU.

### 5.2 Internet y redes sociales

La Secretaría de Desarrollo Sustentable comunica y publica lo relacionado con temas de la calidad del aire e información referente a la Secretaría a través de las redes sociales, mediate Facebook y Twitter, así como también a través de la página de la Secretaría <a href="http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable">http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable</a>, la página de calidad del aire <a href="http://aire.nl.gob.mx">http://aire.nl.gob.mx</a> y su aplicación AireNL, en la cual se tiene acceso a la información del estado actual de la calidad del aire, así como boletines o noticias de eventos, tales como talleres, conferencias o proyectos que se han realizado o están por realizar en materia de calidad del aire y temas de interés común, tales como: calidad del aire, registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), cambio climático, medio ambiente entre otros. En las Figuras 32 y 33 se muestran las pantallas de inicio de estas páginas.











Fuente: http://aire.nl.gob.mx

Figura 20. Imagen de la página web de temas de calidad del aire de SEDESU

La página de calidad del aire de SEDESU, presenta los siguientes temas de interés:

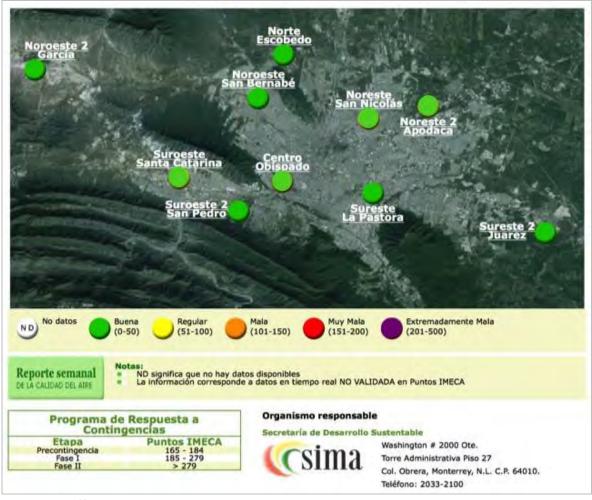
1. Reporte de la calidad del aire. Mediante esta opción se muestra gráficamente y en un lenguaje sencillo si es o no satisfactoria la calidad del aire por zonas (ver Figura 33). En esta misma página se da a conocer el *Programa de Respuesta a Contingencias*, mediante el cual se informa a la población la etapa en la cual se encuentra el programa de acuerdo al reporte de las estaciones de monitoreo. También se muestra la definición de IMECA (Índice Metropolitano de Calidad del Aire) con los colores y escalas que representan los diferentes niveles con su respectivo efecto en la salud esto permite a la población identificar claramente la calidad del aire. El acceso al reporte de calidad del aire puede realizarse desde la página de inicio de SEDESU, en la liga de acceso "SIMA" o directamente en la página <a href="https://aire.nl.gob.mx">http://aire.nl.gob.mx</a>.











Fuente: <a href="http://aire.nl.gob.mx">http://aire.nl.gob.mx</a>

Figura 21. Imagen de la página web de SEDESU mediante la cual informa el estado de la calidad del aire en el AMM.

- 2. Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Presenta un Sistema de Información Geográfica en línea que brinda la información de sustancias contaminantes que se emiten al aire o se transfieren al agua residual y/o en los residuos no peligrosos por parte de los establecimientos<sup>18</sup>.
- 3. Otros temas tales como: cambio climático, medio ambiente y reporte especial. El apartado de "reporte especial", se comunican las noticias y publicaciones realizadas sobre temas ambientales que recientemente se han llevado a cabo.

<sup>18</sup> http://www.nl.gob.mx/servicios/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes









# 5.3 Actores involucrados en la comunicación y difusión de la calidad del aire

El principal actor responsable de comunicar y difundir la calidad del aire en el Estado de Nuevo León, es la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU), que a través de su Dirección de Calidad del Aire y la Coordinación de Educación Ambiental realiza diversas funciones, tales como: 19

- Proponer, desarrollar e implementar políticas de Educación y Capacitación, para promover el fortalecimiento de una sociedad sustentable, con justicia social, equidad, respeto a la diversidad cultural y biológica en el marco de una participación ciudadana activa.
- Impulsar y participar en campañas y programas educativos permanentes de protección ambiental y fomento de una cultura ecológica.
- Promover y realizar programas para el desarrollo de tecnologías limpias y procedimientos que permitan prevenir y controlar la contaminación, propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas, y el desarrollo de procesos tecnológicos sustentables, con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones públicas o privadas, organizaciones de la sociedad civil, organismos y cámaras empresariales, así como con otras entidades y dependencias de los tres niveles de gobierno.
- Elaborar y coordinar campañas de educación, formación y difusión, orientadas a crear una cultura de responsabilidad ambiental sustentables.
- Impulsar y desarrollar, en coordinación con otras instancias de gobierno, campañas y programas de educación ambiental, que permitan generar actitudes en beneficio del cuidado y la protección del medio ambiente y los recursos naturales.
- Promover la creación de espacios, foros y eventos de divulgación de comunicación, educación y capacitación para el desarrollo urbano y sustentable.
- Crear el Centro de Información y documentación ambiental.
- Facilitar la participación y la coordinación con los diferentes sectores de la sociedad en el ámbito de su competencia y favorecer la concientización y participación activa de la comunidad en la temática del desarrollo sustentable.

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup>http://www.nl.gob.mx/dependencias/desarrollosustentable/43260/responsabilidades









La Ley Ambiental del Estado de Nuevo León en su Artículo 8 establece que la Secretaría de Desarrollo Sustentable es quien impulsa campañas y programas educativos permanentes de protección ambiental y fomento de una cultura ecológica, así como integra y coordina el Sistema Estatal de Información Ambiental y Recursos Naturales. También SEDESU promueve la participación de la sociedad en materia ambiental.

Otro actor en materia de educación y difusión ambiental son las autoridades municipales, quienes a través de sus Agencias Ambientales tienen la atribución de establecer y ejecutar en forma continua y permanente campañas o programas de educación ambiental y difusión de cultura ecológica, en el ámbito de su competencia. Lo anterior también se establece en la Ley Ambiental Estatal.

La Ley Ambiental Estatal en su SECCIÓN IX. EDUCACIÓN AMBIENTAL Y FOMENTO A LA INVESTIGACIÓN, Artículo 64 hace mención que el Estado y los Municipios se coordinarán para promover la incorporación de educación ambiental en los diversos ciclos escolares, así como la formación de Comités Ecológicos, cuyo objeto es el desarrollo cultural en materia ambiental de los diversos sectores de la sociedad. Asimismo, propiciarán la participación comprometida de los medios de comunicación masiva en el fortalecimiento de la conciencia ecológica y la socialización de proyectos de desarrollo sustentable.

## 5.4 Percepción general de la ciudadanía sobre la calidad del aire

Para conocer el nivel de información y percepción de los ciudadanos en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) en el tema de calidad del aire, en el mes de diciembre del 2013, las organizaciones no gubernamentales "El Poder del Consumidor", "Pueblo Bicicletero" y la empresa Dinamia realizaron una









encuesta a 1,400 personas en distintos puntos del área metropolitana. La percepción de las 1,400 personas entrevistas fue la siguiente: 20

- √ 44% dice que la calidad del aire es mala.
- ✓ 84% desconocen dónde consultar el reporte de calidad del aire.
- √ 75% considera que los malestares (dolor de cabeza, resequedad en fosas nasales, flemas, irritación de ojos, dolor de garganta, entre otros) que han presentado en su salud pueden deberse a la contaminación del aire.
- ✓ 81% sabe que la contaminación del aire puede agravar enfermedades respiratorias.
- ✓ 70% considera en riesgo su salud por la contaminación del aire.
- √ 59% le preocupa la contaminación del aire.
- √ 61% considera que la industria es la que más contamina.
- √ 19% considera que los vehículos automotores son los que más contaminan.
- √ 46% piensa que Monterrey está más contaminada que la mayoría de las ciudades del país.

De los resultados anteriores de la encuesta aplicada a 1,400 personas se identifica que el tema en calidad del aire, por lo menos en el AMM, es de interés y la población está familiarizada con el mismo.

### 5.5 Educación ambiental

Con el fin de concientizar sobre temas ambientales a la población de Nuevo León, la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) cuenta con algunos programas dirigidos a la población en general, enfocados a difundir y concientizar sobre la importancia de reducir los niveles de contaminación en el aire, de igual forma realiza algunos eventos como talleres y campañas en el tema de calidad del aire. Los eventos y programas de los últimos dos años se muestran en el Cuadro 16.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> TÍTULO DE LA ENCUESTA <a href="http://dinamia.com.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta">http://dinamia.com.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a> CA <a href="http://dinamia.com.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta">http://dinamia.com.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a> CA <a href="http://dinamia.com">http://dinamia.com</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a> CA <a href="http://dinamia.com">http://dinamia.com</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta</a>.mx/wp-content/









Cuadro 10. Programas y eventos realizados por SEDESU para capacitar en temas ambientales.

Evento	Objetivo	Dirigido a:		
Programa de Inspección, Vigilancia, Educación Ambiental y monitoreo de la calidad del aire <sup>a</sup>	Reducir los niveles de contaminación ambiental del aire, agua y suelo.	Gobierno y Población en General.		
Campaña de Medición de ozono en el Área Metropolitana de Monterrey <sup>b</sup>	Monitorear la concentración de ozono y determinar los perfiles verticales de parámetros meteorológicos.	Población en General.		
Taller de participación ciudadana para conformar un Plan Maestro de Ciclo Rutas <sup>c</sup>	Elaborar un Plan Maestro de Ciclo Rutas que permita revertir la tendencia de realizar acciones únicamente con auto.	Organismos No Gubernamentales, Academia, Organizaciones Sociales y Público en General.		

<sup>a</sup>http://www.nl.gob.mx/programas/inspeccion-vigilancia-y-educacion-ambientales-y-monitoreode-la-calidad-del-aire

bhttp://www.nl.gob.mx/noticias/inicia-estado-campana-de-medicion-de-ozono-en-el-area-metropolitana-de-monterrey

chttp://www.nl.gob.mx/noticias/inicia-estado-talleres-de-participacion-ciudadana-para-conformar-un-plan-maestro-de-ciclo

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting a de información de la página web de SEDESU <a href="http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable">http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable</a>.

En el Cuadro 17 se presentan algunas notas informativas sobre las acciones que está tomando el Gobierno con el fin de informar, concientizar e involucrar a los habitantes en temas ambientales.

Cuadro 11. Difusión de temas ambientales en el estado de Nuevo León.

Publicación	Objetivo	Nombre del medio informativo
Pide Congreso acciones urgentes contra la contaminación	Establecer acciones urgentes para contra restar la mala calidad del aire	Página web: Periódico "El Horizonte", 15 de mayo de 2014 <a href="http://elhorizonte.mx/a/noticia/4853">http://elhorizonte.mx/a/noticia/4853</a> OO
Aprueba Congreso local solicitar estrategias para combatir la	Establecer acciones de un nuevo programa que permita combatir la mala	Página web: Portal Oficial Grupo Legislativo PAN, 14 de mayo de 2014









contaminación	calidad del aire	http://www.hcnl.gob.mx/glpan/2014 /05/aprueba-congreso-local- solicitar-estrategias-para-combatir- la-contaminacion.php			
Monterrey, la ciudad con la peor calidad del aire en México OMS	nd del indices de calidad de aire 07 de mayo de 2014				
¿Cómo es la Calidad del Aire en Monterrey?	Trabajo en conjunto para determinar cómo está la Calidad del Aire en Monterrey	Página web: Periódico: "Sexenio Nuevo León", 10 de febrero de 2014 <a href="http://www.sexenio.com.mx/nuevoleon/articulo.php?id=21918">http://www.sexenio.com.mx/nuevoleon/articulo.php?id=21918</a>			
Encuesta sobre calidad del aire Monterrey, Nuevo León	Dar a conocer los resultados de 1400 encuestados sobre su opinión en Calidad de Aire	Documento digital en formato PDF, Diciembre de 2013 <a href="http://dinamia.com.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta_CA_Mty-2.pdf">http://dinamia.com.mx/wp-content/uploads/2014/08/Encuesta_CA_Mty-2.pdf</a>			
Supervisan calidad de aire en pedreras de Nuevo León	Corroborar el cumplimiento de norma ambiental en Pedreras	Página web: Periódico "Hora Cero", 11 de abril de 2013 <a href="http://www.horacero.com.mx/nacional/supervisan-calidad-de-aire-en-pedreras-de-nuevo-leon/">http://www.horacero.com.mx/nacional/supervisan-calidad-de-aire-en-pedreras-de-nuevo-leon/</a>			
Calidad de aire y salud ¿Qué sucede en Monterrey?	Dar a conocer los riesgos a la Salud que conlleva tener una mala calidad del aire	Página web: "Pueblo bicicletero.org", 31 de Octubre de 2012 <a href="http://www.pueblobicicletero.org/20">http://www.pueblobicicletero.org/20</a> 12/10/calidad-aire-salud-monterrey/			
Regresaría a Nuevo León la verificación vehicular	Reducir las emisiones de automóviles viejos en circulación	Página web: Info. 7, 25 de Septiembre de 2007 <a href="http://info7.mx/a/noticia/1057">http://info7.mx/a/noticia/1057</a>			

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting a partir de revisión bibliográfica en Internet.









## CAPÍTULO 6

### ESTRATEGIAS Y MEDIDAS













### 6. Estrategias y medidas

Derivado del análisis de la situación actual y el diagnóstico de los factores inmersos en la calidad del aire del Estado de Nuevo León, se plantean estrategias dirigidas a la reducción de emisiones de contaminantes, basadas principalmente en los resultados de los cinco capítulos de este documento.

Se han establecido las medidas y acciones que son agrupadas en estrategias y que se derivan de las necesidades del cumplimiento de la legislación o normatividad vigente, de la ausencia o fortalecimiento de instrumentos de gestión, de la carencia de una estrategia de comunicación ambiental y de acceso a fuentes de financiamiento.

El presente capítulo es la piedra angular del ProAire estatal de Nuevo León, con base en seis líneas estratégicas:

- 1. Emisiones de fuentes fijas.
- 2. Emisiones de fuentes de móviles. 5. Educación y comunicación ambiental.
- 3. Emisiones de fuente de área.
- 4. Impacto a la salud.
- 6. Fortalecimiento institucional.

Bajo estas líneas se establecen acciones que incluyen desde la regulación de fuentes, la educación, la difusión y sensibilización de la población y sectores, de la importancia de contar con aire limpio, o de su participación para mejorar la calidad del aire, así como acciones técnicas dirigidas a la reducción de emisiones de las diversas fuentes generadoras.

Las medidas y acciones propuestas para cada línea estratégica fueron el resultado de un proceso de consulta y participación de mesas de trabajo en las que intervinieron funcionaros y especialistas de los tres órdenes de gobierno, así como académicos y personalidades de otros sectores. Las propuestas de las medidas se realizaron con base a los resultados del diagnóstico presentado en los primeros capítulos del presente documento. El proceso tuvo la finalidad de plantear medidas tendientes a prevenir, controlar y reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, originadas principalmente por las actividades antropogénicas.

Para cada medida se ha planteado una meta con indicadores cualitativos y cuantitativos para la evaluación anual de la implementación de programa.









### 6.1 Objetivos

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León tiene como propósito reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, provenientes de diversas fuentes, lo cual permitirá revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire que se ha dado con la presencia en la atmósfera de altas concentraciones (por arriba de la norma) de material particulado y ozono.

### 6.1.1 Objetivo general

Revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire, reduciendo significativamente el número de días que se excede la norma de material particulado (partículas gruesas - $PM_{10}$ - y partículas finas - $PM_{2.5}$ -), y el ozono ( $O_3$ ), mediante la implementación de medidas y acciones ejecutadas por los sectores público, privado, social y académico, lo que permitirá proteger la salud pública y el medio ambiente.

### 6.2 Metas

Uno de los principales efectos directos esperados en la ejecución de las medidas para el ProAire estatal de Nuevo León es la reducción de emisiones de contaminantes provenientes principalmente de la industria y de los vehículos automotores. Para las medidas de fuentes fijas, móviles, comercios y servicios, se han establecido metas cuantitativas, que dependiendo de la categoría de la fuente es el contaminante o contaminantes a reducir, esperándose una reducción de emisiones en promedio del 30%.

En el caso de las medidas que no tengan de forma directa una asignación cuantitativa de valores, es decir que sean de carácter cualitativo, las metas están enfocadas a la elaboración, publicación o consolidación de medidas específicas para que de tal efecto se cumpla el desarrollo de las acciones.









### 6.3 Estrategias

Las medidas y acciones elaboradas para el ProAire están agrupadas bajo las siguientes seis líneas estratégicas, las tres primeras de ellas dirigidas a las fuentes emisoras —fijas, móviles y área—, mientras que las otras tres son ejes transversales a las fuentes emisoras, fortaleciendo las medidas que se establecen para disminuir o controlar las emisiones a la atmósfera, estas tres líneas son: comunicación y educación ambiental, protección a la salud y fortalecimiento institucional.

Cada estrategia se divide en una serie de medidas que a su vez se desagregan en acciones. Para el caso del presente ProAire, se han establecido 18 medidas, éstas se en listan a continuación y se presentan de manera detallada en las siguientes secciones de este capítulo.

Medida 1. Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales Implementar el programa de reducción de emisiones a la atmósfera Medida 2. en fuentes fijas prioritarias del Estado de Nuevo León Medida 3. Reducir las emisiones a la atmósfera generadas por el aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación Medida 4. Prevención y control de emisiones a la atmósfera provenientes del sector petróleo y petroquímica Medida 5. Desarrollar e implementar el plan de reducción de emisiones de las fuentes fijas de jurisdicción federal del Estado de Nuevo León Medida 6. Reducir emisiones a la atmósfera en vehículos automotores que circulen en el Estado Medida 7. Regular vehículos a diésel de transporte de carga y público de pasaieros Medida 8. Fortalecer el sistema de movilidad sustentable en el AMM y su región periférica









- Medida 9. Fortalecer la regulación de los establecimientos comerciales y de servicios en el Estado
- Medida 10. Disminuir emisiones de COV en almacenamiento y distribución de combustibles
- Medida 11. Disminuir material particulado proveniente de la resuspensión de polvo en caminos pavimentados y no pavimentados, así como la erosión de suelo en el AMM
- Medida 12. Fortalecer el programa de contingencias atmosféricas
- Medida 13. Establecer un programa de vigilancia y prevención de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire
- Medida 14. Establecer un programa de comunicación y difusión de la calidad del aire
- Medida 15. Elaborar un programa de educación en calidad del aire
- Medida 16. Conformar un Comité Técnico para el seguimiento y evaluación del ProAire de Nuevo León
- Medida 17. Actualizar el inventario de emisiones a la atmósfera
- Medida 18. Fortalecer el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) en el Estado de Nuevo León

### 6.3.1 Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas

### Medida 1. Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales

### Objetivo

Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales mejorando los instrumentos de gestión, así como aplicando el programa de inspección y vigilancia.

### Meta

Contar con un sistema de información que integre los instrumentos de regulación (principalmente licencias de funcionamiento, cédulas de operación anual, entre otros) de fuentes fijas. Este sistema será el soporte para mantener actualizado el padrón e identificadas aquellas fuentes fijas que generan mayor cantidad de emisiones a la atmósfera.









Indicador de cumplimiento	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida									
	2016		2018	2019						2025
Sistema de información funcionando Sí/No	Planeación	Planeación	100%							

### Beneficios esperados

- Mantener actualizado el padrón de establecimientos de fuentes fijas estatales.
- Mejorar la calidad de la información de reporte de la Cédula de Operación Anual que presentan los establecimientos de fuentes fijas estatales.
- Conocer la cantidad de emisiones a la atmósfera de contaminantes criterio que generan las fuentes fijas estatales a través de estimaciones a partir de la información de los intrumentos de gestión.

Se tendrá el control del número de fuentes fijas de jurisdicción estatal, lo que permitirá mejorar el padrón, identificando las fuentes fijas que generan la mayor cantidad de emisiones a la atmósfera, exigiendo a éstas el cumplmiento de los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de acuerdo a la normatividad vigente.

La regulación de las fuentes fijas estatales tendrá como consecuencia la disminución de emisiones a la atmósfera de los siguientes contaminantes:

PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	$SO_2$	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

#### Justificación

El Estado de Nuevo León cuenta con un registro de 868 fuentes fijas, de las cuales 22 son federales, 200 establecimientos de comercios y servicios, 646 de jurisdicción estatal, y de éstas, 412 son fuentes fijas con emisiones a la atmósfera. De estas 868 fuentes fijas, todas hacen entrega de Cédula de Operación Anual (COA).

Debido al gran número de fuentes fijas presentes en el estado, es necesario contar con un sistema de información que integre todo el historial de cada una de las fuentes fijas, información referente a la licencia de funcionamiento (LF),









datos de la COA, del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), visitas de inspección, monitoreo en fuentes, entre otros. Toda esta información permitirá tener un registro integral de cada fuente fija.

De igual forma, se requiere mantener actualizados tanto a los empresarios, como a las autoridades reguladoras, en el manejo y revisión de los instrumentos de regulación (LF, COA, RETC, lineamientos de inspección y vigilancia, entre otros).

### Términos legales.

El Estado de Nuevo León cuenta con un marco legal (la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León y su Reglamento) para la regulación de industrias estatales. Esta Ley y su reglamento son muy completos en la regulación en materia de fuentes fijas, en el mismo reglamento se enlistan los sectores y subsectores que son de jurisdicción estatal, además que indica los instrumentos de gestión utilizados para la regulación. Sin embargo, el reglamento no es muy claro y congruente con la ley en lo que refiere al apartado de auditorías, inspección y vigilancia, por lo que se considera importante que exista un fortalecimiento a nivel vertical de la ley y el reglamento, mediante la reforma al reglamento sobre este apartado.

### Acciones y su descripción

Acciones	Descripción
Elaborar convenio de coordinación para el fortalecimiento de instrumentos de gestión.	Firma de convenio de coordinación entre SEMARNAT y SEDESU para el fortalecimiento de instrumentos de gestión. Mediante este convenio se mantendrán homologados los instrumentos de gestión de fuentes fijas estatales con las federales.
2. Crear un Sistema de Información de fuentes fijas.	Sistema de Información de fuentes fijas que integre las LF, datos de la COA, visitas de inspección, entre otros. Este sistema también incluirá a los comercios y servicios y bases de datos de otras dependencias ajenas a SEDESU, tales como bases de datos de fuentes fijas que INEGI, CFE, IMSS, servicios municipales, otros.  Este sistema es el registro integral para la regulación de las fuentes fijas.
3. Elaborar convenio para coordinar las labores de inspección a empresas de jurisdicción estatal.	Convenio entre la PROFEPA y SEDESU para coordinar las labores de inspección en industrias de jurisdicción estatal.









Acciones	Descripción
4. Capacitación en instrumentos de gestión.	Capacitación continua en instrumentos de regulación de fuentes fijas, tanto para SEDESU como industriales. La capacitación abordará los siguientes temas: importancia de la COA, RETC, LF, así como en el llenado de COA, RETC de forma anual.

Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

Actores involucrados: SEDESU, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Direcciones de Ecología de los municipios.

### Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2016	2018	2019			2025
Elaborar convenio de coordinación para el fortalecimiento de instrumentos de gestión.	SEDESU						
2. Crear un Sistema de Información de fuentes fijas.	SEDESU						
3. Elaborar convenio para coordinar las labores de inspección a empresas de jurisdicción estatal.	SEDESU						
4. Capacitación en instrumentos de gestión.	SEDESU						

### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Convenios	
Sistema de Información de fuentes fijas	\$4,000.000.00









Acciones	Monto estimado (M.N)
Capacitación en instrumentos de gestión	\$1,000,000.00
Total estimado	\$5,000,000.00

Nota: El costo administrativo de los convenios será absorbidos por cada una de las partes.

## Medida 2. Implementar el programa de reducción de emisiones a la atmósfera en fuentes fijas prioritarias del Estado de Nuevo León

### Objetivo

Reducir las emisiones de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $SO_2$ , NOx y COV, provenientes de las fuentes fijas de mayor aporte de emisiones a la atmósfera.

### Meta

Contar con una reducción de emisiones significativa en las fuentes fijas que generan más del 80% de los diversos contaminantes criterio en el estado. Esta meta se pretende alcanzar mediante la autorregulación de estas fuentes fijas.

Indicador de		Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida									
cumplimiento	2016		2018	2019						2025	
Indicador 1. Reporte de emisiones elaborado Sí/No	Planeación	Planeación	Planeación	Planeación	100%						
Indicador 2. Porcentaje de establecimientos autorregulados  No. de establecimientos autorregulados x 100/ establecimientos prioritarios				5%	10%	20%	40%	60%	80%	100%	

### Beneficios esperados

- Identificar a las fuentes fijas que generan más del 80% de emisiones de contaminantes a la atmósfera.
- Disminuir las emisiones a las atmósfera de contaminantes criterio en fuentes fijas prioritarias.









Los contaminantes que se disminuirán al aplicar está medida son:

PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	$SO_2$		NOx		NH <sub>3</sub>
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### Justificación

La principal actividad económica del estado de Nuevo León es de índole industrial, destacando los sectores industriales federales, tales como: la industria petroquímica, química, metalúrgica, cemento y cal, vidrio, entre otros. De acuerdo al inventario de emisiones a la atmósfera 2013 presentado en el capítulo 3 de este documento, considerando únicamente las emisiones antropogénicas en el estado, las fuentes fijas (industria) aportan el 98% de emisiones de dióxido de azufre ( $SO_2$ ), el 31% de partículas menores a 10 micras ( $PM_{10}$ ), el 54% de partículas menores a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ) y el 32% de los óxidos de nitrógeno (NOx), siendo de esta forma la principal fuente en emisiones de  $SO_2$  y  $PM_{2.5}$ , y la segunda en importancia en  $PM_{10}$  y NOx.

El principal problema de calidad del aire de acuerdo a lo registrado en el SIMA (ver capítulo 2), son las  $PM_{10}$ , ozono  $(O_3)$  y  $PM_{2.5}$ , siendo las emisiones de NOx los principales precursores de la formación de  $O_3$ . Por lo anterior es recomendable fortalecer y continuar con el programa de reducción de emisiones en fuentes fijas que se inició en el anterior ProAire del AMM 2008-2012, extendiendo la cobertura de la medida del área metropolitana al estado.

### Términos legales.

La legislación ambiental federal (LGEEPA y su Reglamento) establece que la federación, a través de la SEMARNAT, será quien regule el sector industrial federal (se definen 11 sectores federales).

La Ley Ambiental del Estado de Nuevo León y su Reglamento definen que la SEDESU será la responsable de regular las industrias estatales y en su Reglamento ambiental del estado se enlistan los sectores y subsectores industriales de jurisdicción estatal.

### Acciones y su descripción

Acciones	Descripción
1. Actualizar el programa de	Incluye la identificación de fuentes fijas prioritarias en
reducción de emisiones de	emisiones a la atmósfera, se considerarán empresas
fuentes fijas prioritarias en	









	Acciones	Descripción
	emisiones a la atmósfera.	reguladas y no reguladas.
2.	emisión de las fuentes fijas	Se realizará un expediente para cada una de las fuentes fijas prioritarias, en el cual se propondrá un programa específico acorde a cada fuente fija definiendo en él la meta de reducción de emisiones que sea técnica y económicamente viable.
3.	fomenten el uso de las	Los incentivos no son económicos, sino éstos serán diseñados para reconocer el compromiso y avance de la fuente fija en disminuir sus emisiones de contaminantes a la atmósfera.
4.	un programa de	Se invitará a las fuentes fijas estatales prioritarias por su emisión de contaminantes a la atmósfera a participar en autorregulación. En este programa se delinearán las acciones para cada fuente fija para que disminuyan sus emisiones de contaminantes a la atmósfera.
5.	Establecer y operar un plan de seguimiento y evaluación a la reducción de emisiones a la atmósfera en fuentes fijas prioritarias.	
6.	1	De acuerdo a la actividad de las fuentes fijas prioritarias, se capacitaran a los empresarios para sensibilizarlos sobre cómo con cambios sencillos, tales como la adopción de mejores prácticas, se pueden tener resultados significativos en la reducción de emisiones de fuentes fijas.

Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

Actores involucrados: SEDESU, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

### Cronograma de ejecución

Acciones	Responsable	2016	2017	2018	2019			2025
Actualizar el     programa de reducción     de emisiones de     fuentes fijas	SEDESU							









Acciones	Responsable	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
prioritarias en emisiones a la atmósfera.											
2. Determinar la línea base de emisión de las fuentes fijas significativas y la meta de reducción.	SEDESU y SEMARNAT										
3. Crear incentivos que fomenten el uso de las mejores prácticas y tecnologías disponibles para reducir las emisiones.	SEDESU y SEMARNAT										
4. Desarrollar e implementar un programa de autorregulación para las fuentes fijas estatales.	SEDESU										
5. Establecer y operar un plan de seguimiento y evaluación a la reducción de emisiones a la atmósfera en fuentes fijas prioritarias.	SEDESU y SEMARNAT										
6. Capacitar en mejores prácticas ambientales a los empresarios.	SEDESU y SEMARNAT										

### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Actualizar el programa de reducción de emisiones de fuentes fijas prioritarias en emisiones a la atmósfera.	\$120,000.00
Determinar la línea base de emisión de las fuentes fijas significativas y la meta de reducción.	
Crear incentivos que fomenten el uso de las mejores prácticas y	









Acciones	Monto estimado (M.N)
tecnologías disponibles para reducir las emisiones.	

Desarrollar e implementar un programa de autorregulación para las fuentes fijas estatales.	\$3,000,000.00
Establecer y operar un plan de seguimiento y evaluación a la reducción de emisiones a la atmósfera en fuentes fijas prioritarias.	\$1,000,000.00
Capacitar en mejores prácticas ambientales a los empresarios.	\$1,000,000.00
Total estimado	\$5,120,000.00

Nota: La línea base de la estimación de emisiones se obtendrá del Sistema de Información de Fuentes Fijas elaborado en la Media 1 de este documento. Los incentivos serán del índole de reconocimiento y no económicos.

Medida 3. Reducir las emisiones a la atmósfera generadas por el aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación

### Objetivo

Reducir y controlar las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  provenientes de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.

### Meta

Reducir las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , mejorando la regulación del sector de aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación, al reformar la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León y su Reglamento, incrementando el número de establecimientos regulados, y que cumplen con la Normatividad Ambiental Estatal (NAE) vigente.









Indicador 1. Reformas al marco jurídico elaboradas Sí/No	Planeación	Planeación	Planeación	100%					
Indicador 2. Porcentaje de pedreras que cumplen la NAE respecto al total número de pedreras que cumplen con la NAE x 100/pedreras totales			5%	10%	20%	40%	60%	80%	100%

### Beneficios esperados

- Mantener actualizado el padrón de establecimientos del sector de aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.
- Tener de forma anual el aporte de emisiones del sector de aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.
- Disminución de emisiones de material particulado como resultado de la regulación eficiente del sector de *aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.*

Los contaminantes a disminiur por la regulación de este sector son principalmente material particulado, pero también se regularán las emisiones geradas por el uso de maquinaria y equipo de combustión:

PM <sub>10</sub>	PM 2.5	SO <sub>2</sub>	NOx	NНз
✓	✓			

### Justificación

Las fuentes fijas del sector de *aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación* tienen como consecuencia la emisión de material particulado debido a la extracción de los recursos, así como la generación de erosión en los terrenos de donde se extrae el material.

Del listado de empresas dedicadas al *aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación* en el estado, se pudo estimar las emisiones de material particulado para 9 establecimientos en base a la cantidad y tipo de material extraído. De este aporte de emisiones (ver capítulo 3), se tiene que este sector contribuye en todo el estado con el 10% de emisiones de partículas menores a 10 micras ( $PM_{10}$ ), y el 14% de partículas menores a 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ).









En el Área Metropolitana de Monterrey, excluyendo a Cadereyta, el sector aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación es la segunda fuente más importante en aporte de  $PM_{10}$  (2333.47 Mg/año, equivalente al 21% de las emisiones) y  $PM_{2.5}$  (1437.92 Mg/año, 28% de las emisiones-) en el área.

La extracción de materiales se lleva a cabo a cielo abierto, lo que ha propiciado que las prácticas en el sub sector *aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación* generen una cantidad poco controlada de emisiones a la atmósfera.

Por la contribución de emisiones de este sector, y debido a que el principal problema en el AMM son las  $PM_{10}$  (ver capítulo 2 de este documento), es importante establecer acciones que ayuden a regular y disminuir las emisiones por esta actividad. El proceso de regulación debe iniciar por la regulación de este sector, aunado a acciones enfocadas a la implementación de mejores prácticas ambientales y la aplicación de tecnología para mejorar el ambiente.

### Términos legales

La Ley Ambiental del Estado de Nuevo León y su Reglamento contienen un capítulo dedicado al *aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación*, la Ley en su Capítulo III y el reglamento en su Capítulo SEXTO. En éstos se describen las obligaciones de la persona física y/o moral que realice esta actividad, estableciendo los lineamientos administrativos para recibir la autorización, así como las obligaciones que se deben cubrir para garantizar el control de emisiones a la atmósfera de material particulado, y la rehabilitación del área en la que se realice la extracción del material.

En el Reglamento Ambiental del Estado de Nuevo León, en su sección TÍTULO SEXTO PROTECCIÓN AL AMBIENTE, CAPÍTULO PRIMERO DE LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES A LA ATMÓFERA, Artículo 145, refiere que SEDESU "promoverá" en los establecimientos dedicados al aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación el uso de tecnologías y combustibles limpios bajo los criterios o lineamientos de las NOM o NAE vigentes. Este es el único artículo en el que se especifica el uso de las normas para regular este sector y para el cual se recomienda se fortalezca. Para esto, se recomienda enfocar el mismo al control de emisiones de material particulado, seguido del uso de tecnologías y combustibles limpios a través de la aplicación de una Norma Ambiental Estatal para este sector.









Tanto en la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León como en su Reglamento, la regulación de estos establecimientos del *aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación* está limitada a aquellos en donde los minerales sólo serán de uso para la construcción u ornamentos de obras, por lo que deberá ampliarse la regulación a aquellos establecimientos en donde sus productos también sean de uso industrial u otros.

### Acciones y sus alcances

Acciones	Alcance
Realizar el inventario de emisiones de las empresas dedicadas al aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.	El inventario el padrón incluirá los datos generales del establecimiento (dirección, ubicación geográfica, responsable, otros), así como la información técnica de operación del subsector (área de extracción de materiales, cantidad y tipo de materiales, descripción del proceso –extracción, molienda, almacenamiento y transporte-, entre otros).
2. Reformar la Ley y Reglamento Ambiental del Estado de Nuevo León respecto al aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.	Ampliar la regulación de los establecimientos de aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación a aquellos en los que también la extracción de material sea para uso industrial u otros, ya que actualmente sólo se regulan los de uso para la construcción u ornamento. También se deberá reformar el Artículo 145 (emisión de contaminantes a la atmósfera) del Reglamento para incluir que estos establecimientos deberán cumplir con la NAE-APMARN-001-2008, enfocándose principalmente a emisiones por material particulado. Finalmente, también se deberá realizar una revisión para evaluar la reestructuración a la NAE-APMARN-001-2008.
3. Establecer y operar un programa de seguimiento y evaluación del cumplimiento de la NAE-APMARN-001-2008 que establece las condiciones de operación de las pedreras y LMP de emisiones de polvos a la atmósfera.	Realizar un programa que incluya inspección y vigilancia para fortalecer la regulación y garantizar que los establecimientos de aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación estén operando dentro de la normatividad vigente, lo cual apoyará al control de las emisiones de material particulado.
4. Identificar e implementar las mejores prácticas y tecnologías que puedan ser empleadas para la extracción de materiales	Identificar las mejores prácticas y tecnologías que puedan ser empleadas para la extracción de materiales, y que éstas estén enfocadas a la reducción de emisiones y a la eficiencia en la producción.









Acciones		Alcance							
5. Capacitar en mejores ambientales a establecimientos.	prácticas los	Capacitar a los empresarios en las mejores prácticas y técnicas para que las implementes en sus establecimientos.							

Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

Actores involucrados: SEDESU y Direcciones de Ecología Municipales.

### Cronograma de ejecución

	Acciones	Responsable	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	Realizar el inventario de emisiones de las empresas dedicadas al aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.	SEDESU										
2.	Reformar la Ley y Reglamento Ambiental del Estado de Nuevo León respecto al subsector alcance de construcción u ornamento.	SEDESU										
3.	Establecer y operar un programa de seguimiento y evaluación del cumplimiento de la NAE-APMARN-001-2008 que establece las condiciones de operación de las pedreras y LMP de emisiones de polvos a la atmósfera.	SEDESU										
4.	Identificar e implementar las mejores prácticas y tecnologías que puedan ser	SEDESU										









emple extrac mater	ción	ara la de						
a los	itar en m cas ambie ecimiento	entales	SEDESU					

### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)		
Inventario de emisiones de las empresas dedicadas al aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación.	\$220,000.00		
Reformar la Ley y Reglamento Ambiental del Estado de Nuevo León respecto al subsector alcance de construcción u ornamento.	\$120,000.00		
Establecer y operar un programa de seguimiento y evaluación del cumplimiento de la NAE-APMARN-001-2008 que establece las condiciones de operación de las pedreras y LMP de emisiones de polvos a la atmósfera.	\$3,000,000.00		
Identificar e implementar las mejores prácticas y tecnologías que puedan ser empleadas para la extracción de materiales.	\$1,000,000.00		
Capacitar en mejores prácticas ambientales a los establecimientos.	\$1,000,000.00		
Total estimado.	\$5,120,000.00		

### Medida 4. Prevención y control de emisiones a la atmósfera provenientes del sector petróleo y petroquímica

### Objetivo

Mantener las emisiones reducidas, principalmente de SO2 y partículas, provenientes de los procesos en la refinería Ing. Héctor R. Lara Sosa.

### Meta

Mantener la relación de uso de gas combustible en sustitución de combustóleo en calderas y calentadores para reducir las emisiones de dióxido de azufre (SO2) provenientes de los procesos en la refinería Ing. Héctor R. Lara Sosa.









Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida									
cumplimiento	2016			2019						
Uso de gas combustible										
Porcentaje de uso de gas combustible / combustibles totales utilizados	87%									

### Beneficios esperados

Bajas emisiones de SO<sub>2</sub>, así como las de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, NOx, COV generadas en la refinería Ing. Héctor R. Lara Sosa, mediante el uso de un combustible más limpio en comparación al combustóleo, uso de quemadores de alta eficiencia en los equipos de calentamiento, la ejecución de un programa preventivo de mantenimiento de calderas y calentadores, así como de las plantas de recuperación de azufre de la refinería.

Con la implementación de esta medida se espera mantener las emisiones reducidas de los siguientes contaminantes.

PM <sub>10</sub>	PM 2.5	SO <sub>2</sub>		NOx		NНз
✓	✓	✓	✓	✓	✓	

### Justificación

En el estado, la industria del petróleo y petroquímica tiene una importante contribución en el procesamiento de crudo y la elaboración de productos petrolíferos. Esta industria tuvo sus inicios en 1979 con la operación de la **refinería** "Ing. Héctor R. Lara Sosa", la cual se encuentra ubicada en el municipio de Cadereyta Jiménez, a 36 km al este de la Ciudad de Monterrey.

Actualmente cuenta con una capacidad de refinación de 275,000 barriles de petróleo por día, obteniendo productos de la refinación tales como: gasolinas (magna y premium), diésel ultra bajo azufre, combustóleo, gas licuado de petróleo, asfaltos, propileno, entre otros<sup>21</sup>.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> www.sener.gob.mx/protal/Default.aspx?id\_1502









Por las características de sus procesos la refinación puede presentar emisiones significativas de contaminantes en la atmósfera. En este sentido, se han **llevado a cabo proyectos de modernización en la refinería "**Ing. Héctor R. Lara Sosa" para el control y disminución de emisiones. En los últimos tres años se han observado importantes reducciones en las emisiones a la atmósfera por parte de la refinería de Cadereyta, 34% de SOx y 38% de partículas<sup>22</sup>, debido principalmente al menor uso de combustóleo.

### Términos legales

De acuerdo a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Art. 11 Bis, le compete a la federación regular la industria del petróleo y petroquímica, a través de su Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, conocida como la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), es un órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT y es la encargada de regular y supervisar la seguridad industrial, operativa y de protección al ambiente en las actividades del sector hidrocarburos. Por ello es quien regula el sector industrial del petróleo y petroquímica de acuerdo a la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos<sup>23</sup>.

### Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	Mantener la relación de uso de gas combustible en sustitución de combustóleo en calderas y calentadores.	Utilizar gas combustible en las cinco Calderas para generación de vapor de media y baja presión en planta de fuerza, así como en 34 calentadores en plantas de proceso.	PEMEX
2.	Mantener en operación los quemadores de alta eficiencia en calderas y calentadores.	Operar tres calderas para la generación de vapor de alta presión en planta de fuerza con quemadores de alta eficiencia.	PEMEX

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Reducción de emisiones en 2015 con respecto a las emisiones en 2013

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> DOF. Ley de la Agencia Nacional del Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. 11 de agosto de 2014.









Acciones	Alcance	Responsable
3. Ejecutar el programa de mantenimiento preventivo en calderas y calentadores para garantizar el cumplimiento de acuerdo a la norma NOM-085-SEMARNAT-2011.	Brindar mantenimiento preventivo a las calderas y calentadores para su adecuada operación y mantener bajas concentraciones de emisiones contaminantes.	PEMEX
4. Ejecutar el programa de mantenimiento de las plantas de azufre para garantizar el cumplimiento de acuerdo a la norma NOM-148-SEMARNAT-2011.	Brindar mantenimiento preventivo a las plantas de recuperación de azufre para mantener su adecuada operación y un porcentaje de recuperación de SO2 mayor al establecido en la Norma.	PEMEX
5. Realizar la ejecución efectiva del subsistema de administración ambiental.	Llevar a cabo la ejecución efectiva del subsistema de administración ambiental en todas las plantas de la refinería.	PEMEX
6. Realizar monitoreo de calidad del aire en la zona de influencia de la refinería.	Realizar el monitoreo de la calidad del aire en la zona de influencia de la refinería para evaluar el cumplimiento con las normas en materia de salud ambiental.	PEMEX

Responsable de la medida: PEMEX

Actores involucrados: PEMEX.

# Cronograma de ejecución

	Acciones			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	Mantener la relación de uso de gas combustible en sustitución de combustóleo en calderas y calentadores.										
2.	Mantener en operación los quemadores de alta eficiencia en calderas y calentadores.										
3.	Ejecutar el programa de mantenimiento preventivo en calderas y calentadores para garantizar el										









	Acciones			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	cumplimiento de acuerdo a la norma NOM-085-SEMARNAT-2011.										
4.	Ejecutar el programa de mantenimiento de las plantas de azufre para garantizar el cumplimiento de acuerdo a la norma NOM-148- SEMARNAT-2011.										
5.	Realizar la ejecución efectiva del subsistema de administración ambiental.										
6.	Realizar monitoreo de calidad del aire en la zona de influencia de la refinería.										

## Costo total estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Mantener la relación de uso de gas combustible en sustitución de combustóleo en calderas y calentadores.	
Ejecutar el programa de mantenimiento preventivo en calderas y calentadores para garantizar el cumplimiento de acuerdo a la norma NOM-085-SEMARNAT-2011.	\$115,000,000.00*
Ejecutar el programa de mantenimiento de las plantas de azufre para garantizar el cumplimiento de acuerdo a la norma NOM-148-SEMARNAT-2011.	\$393,000,000.00*
Realizar la ejecución efectiva del subsistema de administración ambiental.	
Realizar monitoreo de calidad del aire en la zona de influencia de la refinería.	
Total estimado	\$508,000,000.00

<sup>\*</sup>Sujeto a la asignación presupuestal.

Medida 5. Desarrollar e implementar el plan de reducción de emisiones de las fuentes fijas de jurisdicción federal del Estado de Nuevo León

Objetivo









Disminuir emisiones del sector industrial federal a través del desarrollo e implementación de un Plan de reducción de emisiones de la industria federal en el estado de Nuevo León.

#### Meta

Desarrollar, implementar y evaluar periódicamente el plan de reducción de emisiones de la industria federal en Nuevo León.

El plan será desarrollado por las principales industrias de jurisdicción federal establecidas en el estado de Nuevo León y establecerá las metas anuales de reducción de emisiones.

Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida										
cumplimiento				2019							
Indicador 1. Plan de reducción de emisiones elaborado											
Indicador 2. Porcentaje de reducción de emisiones  Este indicador será actualizado al contar con el plan desarrollado		Por definir									

## Beneficios esperados

Reducción en las emisiones de  $SO_2$ ,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , CO, NOx y COV generadas por las principales industrias de jurisdicción federal establecidas en el estado de Nuevo León, mediante el desarrollo e implementación de un plan de reducción de emisiones.

Los contaminantes a controlar y reducir en la implementación de esta medida son:

PM10	PM 2.5	SO <sub>2</sub>		NOx		NH <sub>3</sub>
✓	✓	✓	✓	✓	✓	









#### Justificación

El Estado de Nuevo León se caracteriza por ser un estado con alta actividad industrial, destacando principalmente los sectores de la industria federal (petróleo y petroquímica, química, metalúrgica, cemento y cal, entre otros).

De acuerdo al inventario de emisiones a la atmósfera (ver anexo A), la industria de jurisdicción federal, aporta la mayor cantidad de emisiones de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) en todo el estado (96.95%) y es la segunda emisora de partículas menores a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ) y de óxidos de nitrógeno, con un 35.99% y 29.40, respectivamente.

Debido a lo anterior se requieren realizar acciones para el control y disminución de las emisiones provenientes de la industria de jurisdicción federal, principalmente de material particulado, SO<sub>2</sub> y NOx.

## Términos legales

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio y la Protección Ambiente y su Reglamento, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales regula a los establecimientos industriales de jurisdicción federal mediante las licencias ambientales (LAU/LF), los reportes anuales de COA y el RETC, mientras que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente es la que vigila el cumplimiento de la legislación ambiental y quien sanciona a quienes violen dichos preceptos legales.

El artículo 110 de la LGEEPA establece que las emisiones de contaminantes a la atmósfera deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. Asimismo, el artículo 111 fracción XIII determina que la SEMARNAT tiene la facultad de promover ante los responsables de la operación de fuentes contaminantes la aplicación de nuevas tecnologías con el propósito de reducir sus emisiones a la atmósfera.









# Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable			
1.	Integrar un grupo técnico para identificar áreas de oportunidad en el control de emisiones a la atmósfera en industrias federales.	Integrar grupos de trabajo en la industria por sector para identificar áreas de oportunidad para el control de emisiones en principales industrias generadoras de emisiones.	SEMARNAT, PROFEPA e Industria Federal			
2.	Realizar un diagnóstico para establecer la línea base de emisión de las fuentes fijas que participan en el Plan.	Se deberá determinar una línea base de emisiones para cuantificar la reducción de emisiones anualmente.	Industria Federal, SEMARNAT, SEDESU			
3.	Desarrollar el plan de reducción de emisiones de la industria federal del Estado de Nuevo León (plan individualizado).	Se deberá realizar un diagnóstico a las industrias prioritarias en materia de emisiones a la atmósfera para desarrollar un plan que establezca acciones para la reducción y/o control de emisiones a la atmósfera.	Industria federal.			
4.	Implementar y evaluar periódicamente el plan de reducción de emisiones de la industria federal del Estado de Nuevo León.	El plan de reducción de emisiones de la industria federal establecerá metas anuales de reducción a partir de la línea base determinada en el diagnóstico.	Industria federal, SEMARNAT y PROFEPA			
5.	Elaborar un reporte anual con los resultados de la evaluación	nual con los resultados de elaborará un reporte en el que se				
6.	Brindar capacitación y apoyo técnico para el cálculo y reporte de emisiones	Se brindará capacitación y apoyo técnico por parte de la SEMARNAT a las Industrias que participan en el Plan, sobre el cálculo y reporte de emisiones a la atmósfera.	SEMARNAT e Industria Federal			

Responsable de la medida: Sector industrial de jurisdicción federal del estado de Nuevo León.

Actores involucrados: Sector industrial de jurisdicción federal, PROFEPA, SEMARNAT, SEDESU.









# Cronograma de ejecución

	Acciones			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	Integrar grupo técnico para identificar áreas de oportunidad en el control de emisiones a la atmósfera en industrias federales.										
2.	Realizar un diagnóstico para establecer la línea base de emisión de las fuentes fijas que participan en el Plan.										
3.	Desarrollar el plan de reducción de emisiones de la industria federal del Estado de Nuevo León (plan individualizado).										
4.	Implementar y evaluar periódicamente el plan de reducción de emisiones de la industria federal del Estado de Nuevo León.										
5.	Elaborar un reporte anual con los resultados de la evaluación.										
6.	Brindar capacitación y apoyo técnico para el cálculo y reporte de emisiones.										

## Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Integrar un grupo técnico para identificar áreas de oportunidad en el control de emisiones a la atmósfera en industrias federales.	
Realizar un diagnóstico para establecer la línea base de emisión de las fuentes fijas que participan en el Plan.	\$250,000.00
Desarrollar el plan de reducción de emisiones de la industria federal del Estado de Nuevo León (plan individualizado).	\$250,000.00









Acciones	Monto estimado (M.N)
Implementar y evaluar periódicamente el plan de reducción de emisiones de la industria federal del Estado de Nuevo León.	\$1,000,000.00
Elaborar un reporte anual con los resultados de la evaluación.	\$100,000.00
Brindar capacitación y apoyo técnico para el cálculo y reporte de emisiones.	\$100,000.00*
Total estimado.	\$1,700.000.00

Nota: Los costos para la integración del grupo de trabajo serán absorbidos por las dependencias involucradas.

# 6.3.2 Estrategia 3. Reducción de emisiones en fuentes móviles

# Medida 6. Reducir emisiones a la atmósfera en vehículos automotores que circulen en el Estado

# Objetivo

Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental relacionada con la emisión de contaminantes atmosféricos provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación mediante la implementación de un programa progresivo de medición de emisiones.

#### Meta

Contar con el programa progresivo de medición de emisiones vehiculares al año 2019.

El programa progresivo de medición de emisiones vehiculares se desarrollará en el 2019, para ser implementado en el 2020, debido a que este programa será progresivo, en el año 2019 se pretende que el 10% de la flota vehicular se integre al programa y de forma gradual se incremente la participación de los vehículos automotores, para contar en el año 2022 con un 80% de los

<sup>\*</sup> Se considera sea anual o bianual, el monto estimado para brindar capacitación y apoyo técnico para el cálculo y reporte de emisiones.









vehículos en circulación en el estado que participen en la medición de sus emisiones.

Indicador de cumplimiento	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida										
	2016			2019							
Porcentaje de vehículos participante en el programa progresivo de emisiones vehiculares	ì				10%	30%	45%	60%			
Vehículos participantes en el programa x 100/vehículos totales											

## Beneficios esperados

El programa progresivo de medición de emisiones vehiculares será diseñado con el objetivo principal de reducir emisiones vehiculares a través de la inspección y mantenimiento. Este programa será diseñado bajo el método dinámico de medición de emisiones y que tendrían una reducción de emisiones del 14% de monóxido de carbono (CO), 9% de óxidos de nitrógeno (NOx), 15% de compuestos orgánicos volátiles (COV) (USAID, 2004, ARB, 2005). Por lo que si la flota vehicular registrada en circulación al 2013 (Inventario de emisiones a la atmósfera del Estado de Nuevo León, 2013, ver cap. 3) participará en el programa se tendría una reducción de casi 40 mil toneladas al año de CO, poco más de 3 mil toneladas de NOx y 4 mil toneladas de COV.

Los contaminantes a controlar y/o reducir son:

✓	✓	✓	✓	✓	✓	









#### Justificación

De acuerdo a los registros vehiculares del estado<sup>24</sup>, el 80% de los vehículos se concentran en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), de esta flota, el 80% son automóviles de uso particular, predominando en un 70% vehículos con más de 10 años de antigüedad. Los resultados del inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de fuentes antropogénicas para el AMM, 2013 (ver Anexo A) muestran que los vehículos automotores contribuyen con la emisión del 96% del CO, 63% de NOx, y el 23% de los COV.

Por otra parte, en el 2008 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) realizó un estudio de emisiones vehiculares en el AMM a través del uso de la técnica de detección remota y como parte del análisis de los resultados se realizó una comparación de emisiones entre una ciudad que cuenta con un programa de inspección y mantenimiento vehicular, como es el caso de la Ciudad de México versus las emisiones del AMM que no cuenta con ningún tipo de programa de esta naturaleza. Los resultados muestran que en promedio las emisiones vehiculares son mayores en el AMM en comparación con las de la flota vehicular que circula en la Ciudad de México (INECC, 2015a)<sup>25</sup>.

También en el 2014 el INECC llevó a cabo un estudio de especiación de compuestos orgánicos volátiles (COV) en el cual se encontró que las especies químicas de COV en mayor concentración provienen principalmente de la combustión de vehículos automotores. Asimismo, datos de correlación entre hidrocarburos (etileno/acetileno) indican que existen un gran número de vehículos sin convertidor catalítico o en mal estado.

Si bien los factores principales que determinan el tipo y cantidad de contaminantes emitidos por los vehículos automotores están relacionados directamente con el tipo de vehículos, edad, uso y la calidad de combustible que utilizan, parte fundamental para controlar y disminuir emisiones son los sistemas de control (convertidor catalítico) y el mantenimiento físico mecánico que se le da a la unidad.

#### Términos legales

La Ley Estatal Ambiental y su Reglamento carecen de los artículos que sustentan la regulación de las emisiones a la atmósfera generadas por los vehículos automotores. De igual forma, varios de los reglamentos ambientales

<sup>24</sup> Padrón vehicular registrado en el Estado de Nuevo León. Instituto de control vehicular del Estado de Nuevo León, 2014.

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> INECC, 2015. Evaluación de compuestos orgánicos volátiles para definir medidas de control en el Área Metropolitana de Monterrey. Informe técnico.









municipales no incluyen la regulación de vehículos automotores. Cuando la regulación de esta fuente es de origen municipal.

# Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	estatal y municipal la regulación de vehículos en	El Reglamento Ambiental Estatal deberá integrar la regulación e implementación de un programa de mantenimiento y verificación de emisiones a vehículos automotores. De igual forma, para los municipios que aún no consideren la regulación de vehículos automotores, deberán incluir ésta en sus reglamentos. Los lineamientos de la regulación municipal de vehículos en circulación deberán ser coordinados con el programa progresivo de medición de emisiones vehiculares que se establezca en el Reglamento Ambiental Estatal.	SEDESU
2.	un programa progresivo de	El programa será diseñado para que se sumen de forma gradual vehículos automotores a la inspección y mantenimiento, y que los límites de emisiones en el programa sean establecidos de acuerdo a la tecnología de los vehículos en circulación.	SEMARNAT y SEDESU
3.	municipios y estado para la regulación de los vehículos	Los convenios serán principalmente entre los municipios del AMM, y deberán ser entre autoridades ambientales y de tránsito, para que éste último apoye en la verificación del cumplimiento del reglamento.	SEDESU
4.	para homologar la verificación de Nuevo León	Estos convenios son con la finalidad de que la verificación del Estado de Nuevo León, tenga validez en otros estados que cuenten con programas similares.	SEDESU
5.	Establecer programa de renovación de flota.	Garantizar la circulación de vehículos con las mejores tecnologías disponibles en el mercado.	SEDESU
6.		Programa de apoyo para garantizar el control y diminución de emisiones gracias al mantenimiento preventivo del vehículo.	SEDESU









Acciones	Alcance	Responsable
	Este programa es de soporte para garantizar que los vehículos cumplan los límites de emisiones del programa de medición de emisiones de los vehículos automotores.	
7. Programa de renovación de convertidores catalíticos.		SEDESU
programa de medición de	Este programa ayudará a ver el avance de la implementación de los programas de: medición de emisiones, sustitución de flota vehicular, mantenimiento a vehículos y renovación de convertidores catalíticos. Los resultados de este programa de sensor remoto indicarán el impacto que los programas antes mencionados tendrán en la reducción de emisiones vehiculares.	SEDESU
un programa de sensibilización a la población de la importancia	Crear programa de sensibilización dirigido a la población de la importancia que tienen las emisiones vehiculares en el deterioro de la calidad del aire y como es que éstas impactan a la salud humana, incluyendo la forma de cómo disminuirlas al mantener nuestro vehículo en buenas condiciones mecánicas. Este programa incluirá los beneficios que trae consigo el programa progresivo de medición de emisiones vehiculares (ahorro de combustible, reducción de emisiones, otros).	SEDESU
	Este programa dará a conocer al automovilista los beneficios del mantenimiento periódico del automóvil, del tipo de técnicas de conducir para el ahorro de combustible y, en general, del uso responsable del automóvil.	SEDESU

Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU)









Actores involucrados: SEDESU, Agencia Estatal de Transporte (AET), Consejo Estatal de Transporte y Vialidad (CETyV), autoridades municipales (ambientales y tránsito).

# Cronograma de ejecución

	Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	Incluir en el reglamento estatal y municipal la regulación de vehículos en materia de emisiones a la atmósfera.										
2.	Desarrollar e implementar un programa progresivo de medición de emisiones vehiculares										
3.	Realizar convenio entre municipios y estado para la regulación de los vehículos que circulan en el estado de Nuevo León										
4.	Establecer convenios para homologar la verificación de Nuevo León con otros estados que cuentes con programas similares.										
5.	Establecer programa de renovación de flota.										
6.	Establecer un programa de mantenimiento a los vehículos										
7.	Programa de renovación de convertidores catalíticos										
8.	Desarrollar y aplicar un programa de medición de emisiones en vialidad con sensor remoto.										
9.	Diseñar e implementar un programa de sensibilización a la población de la importancia de disminuir emisiones por vehículos automotores.										
10.	Diseñar un programa voluntario de manejo eficiente del automóvil.										









## Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Incluir en el reglamento estatal y municipal la regulación de vehículos en materia de emisiones a la atmósfera.	
Desarrollar e implementar un programa progresivo de medición de emisiones vehiculares.	\$1,600,000.00
Realizar convenio entre municipios y estado para la regulación de los vehículos que circulan en el estado de Nuevo León.	
Establecer convenios para homologar la verificación de Nuevo León con otros estados que cuenten con programas similares.	
Establecer programa de renovación de flota.	\$800,000.00
Establecer un programa de mantenimiento a los vehículos	\$1,400,000.00
Programa de renovación de convertidores catalíticos	\$600,000.00
Desarrollar y aplicar un programa de medición de emisiones en vialidad con sensor remoto (diseño del programa, renta de sensor remoto y pago de campaña).	\$700,000.00
Diseñar e implementar un programa de sensibilización a la población de la importancia de disminuir emisiones por vehículos automotores.	\$300,000.00
Diseñar un programa voluntario de manejo eficiente del automóvil.	\$600,000.00
Total estimado	\$6,000,000.00

Nota: Los costos para los convenios serán absorbidos por las dependencias involucradas que inciden principalmente en horas hombre. El programa progresivo de medición de emisiones vehiculares no incluye la infraestructura de talleres, centros de medición, equipamientos, sino sólo el estudio del diseño del programa. El programa de renovación de flota no incluye el costo de unidades, sino sólo el diseño del programa. El costo estimado del programa de mantenimiento de vehículos considera el diseño del mismo, de igual forma que el programa de renovación de convertidores catalíticos. Los programas de sensibilización y manejo eficiente del automóvil incluyen el costo de la implementación de los mismos.









# Medida 7. Regular vehículos a diésel de transporte de carga y público de pasajeros

## Objetivo

Reducir las emisiones de los vehículos a diésel de transporte de carga y público de pasajeros a través de la regulación de las unidades y del programa de transporte limpio.

#### Meta

Contar con el 100% de las unidades de transporte de carga y pasajeros dentro del programa de transporte limpio.

El programa de transporte limpio tendrá diversas etapas, donde gradualmente se sumarán unidades a la participación del mismo, así como estará integrado por varios rubros, como la renovación de flota y la sustitución de unidades a diésel por unidades a gas natural o combustibles catalogados como combustibles limpios.

Los indicadores de cumplimiento que se muestran a continuación, evaluarán el avance de esta medida, no sólo por sumar unidades de transporte al programa de transporte limpio, sino por la renovación de la flota y sustitución de flota a diésel por unidades con combustibles limpios.









Indicador de	Por	centa	je de c	umplii	miento	o de la	a meta	a de la	a med	ida
cumplimiento	2016			2019						
Indicador 1. Transporte público de pasajeros que participa en el proceso determinado por el programa  vehículos de transporte público de pasajeros en la modalidad i que participan en el programa de transporte limpio x 100/total de		5%	10%	15%	25%	40%	50%	70%	80%	100%
vehículos de transporte público de la modalidad i										
Indicador 2. Transporte de carga que participa en el proceso determinado por el programa										
vehículos de transporte público de carga que participan en el programa de transporte limpio x 100/ total de vehículos de transporte de carga regulados por el Estado		5%	10%	15%	25%	40%	50%	70%	80%	100%
Indicador 3. Transporte público de pasajeros que opera con combustibles catalogados limpios										
vehículos de transporte público de pasajeros en la modalidad urbano que operan con GNC x 100/total de vehículos de transporte público de la modalidad de urbano	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
Indicador 4. Transporte público de pasajeros que cumple con el calendario de renovación de unidades										
vehículos de transporte público de pasajeros en la modalidad i que cumple con la edad reglamentaria x 100/total de vehículos de transporte público de la modalidad i	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%









## Beneficios esperados

Los principales beneficios serán en la reducción de óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (partículas menores a 2.5 y 10 micrómetros  $-PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ , respectivamente-). También la reducción de consumo de combustible al implementar el mantenimiento de unidades y el manejo eficiente de las mismas, lo cual se reflejará en una reducción en emisiones, por ejemplo, para el caso de óxidos de nitrógeno (NOx) la reducción llega a ser de hasta 1.6 veces menos por utilizar gas natural, en lugar de diésel (CCA-UNAM, 2013)<sup>26</sup>.

Los contaminantes a reducir en la implementación de esta medida son:

PM10	PM 2.5	SO <sub>2</sub>	NOx	NНз
✓	✓	✓	✓	

#### Justificación

Aproximadamente el 5% del total de flota vehicular en el estado $^{27}$  son vehículos de transporte de carga y pasajeros a diésel. A pesar de que son una fracción pequeña de la flota, éstos son importantes ya que generan prácticamente la mitad de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  de lo que se genera por toda la flota vehicular en el estado (ver anexo A). Esta fracción de vehículos aporta el 10% de las emisiones de NOx generadas por todos los vehículos automotores.

Las emisiones provenientes de este tipo de vehículos se reducirían al proponer programas que incentiven a la renovación y/o implementación de dispositivos de disminución de emisiones, así como renovación de flota, o bien, el uso de combustibles más limpios.

### Términos legales

La Ley Ambiental del Estado de Nuevo León establece que las emisiones de los vehículos destinados al servicio público de transporte estatal, son reguladas por el estado, mientras que para los vehículos de servicio privado que circulen dentro de territorio municipal son de jurisdicción municipal. Para el caso vehículos de transporte federal, las emisiones son reguladas por la Secretaría

<sup>26</sup> Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Programa de acción para reducir las emisiones en la flota vehicular diésel en el Distrito Federal. Informe técnico, 2013.

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> Padrón vehicular registrado en el Estado de Nuevo León. Instituto de control vehicular del Estado de Nuevo León, 2014.









# de Comunicaciones y Transporte.

# Acciones y sus alcances

Acciones	Alcance	Responsable
1. Incluir en el reglamento estatal y en los municipales la regulación de las emisiones de vehículos de transporte de carga y público.	Incluir la regulación de emisiones des transporte de carga y público en el reglamento ambiental estatal, de igual forma en los reglamentos municipales que no lo consideren.	SEDESU
Generar convenio de colaboración entre SEDESU, SCT, municipios y AET.	Convenio para establecer acuerdos y responsabilidades en la regulación del transporte de carga y público.	SEDESU
Desarrollar y aplicar un programa de detección de vehículos contaminantes.	Refiere a la verificación de emisiones en vialidad a vehículos que presenten deterioro mecánico, emisiones de humos, para que a éstos se les aplique una prueba de verificación en vialidad mediante la medición de sus emisiones con el equipo de sensor remoto.	SEDESU en coordinación con tránsito y AET
4. Desarrollar un Sistema de Información que contenga el registro de transporte de carga y pasajeros.	El sistema contendrá el número de unidades, rutas y características tecnológicas de las unidades de transporte. Este sistema será actualizado de forma anual.	AET
5. Diseñar e implementar un programa de certificación e inspección de talleres y centros de revisión de emisiones vehiculares para transporte de carga y pasajeros.	Garantizar el servicio de los talleres que realicen el mantenimiento a las unidades de transporte, mediante la certificación de los mismos. También los centros de revisión de emisiones vehiculares deberán certificarse.	AET
6. Diseñar y aplicar un programa de transporte limpio.	Este programa permitirá realizar la reducción de consumo de combustible y de emisiones de contaminantes criterio, no sólo tendrá el alcance de ser un programa de capacitación en la conducción eficiente de unidades, sino que también incluirá la sustitución de unidades a diésel por unidades a gas natural. El programa será de forma voluntaria, y deberá integrarse en el diseño del mismo, la plataforma que lleve el registro de la actividad vehicular y estimación de emisiones y escenarios de reducción de emisiones	AET









Acciones	Alcance	Responsable
	esperado para este sector.	
7. Capacitar a transportistas en los beneficios del programa de transporte limpio.	Capacitación a transportistas en los beneficios económicos y ambientales que conlleva una conducción eficiente de las unidades, tales como ahorro en combustibles y en deterioro de las unidades.	AET
8. Promover el uso de transporte público y alterno.	Crear campaña de difusión dirigida a la población en la que se sensibilice sobre las ventajas ambientales y económicas del uso de transporte público.	AET

Responsable de la medida: Agencia Estatal de Transporte (AET),

Actores involucrados: AET, SEDESU, CETyV, SCT y autoridades municipales (ambientales y tránsito).

# Cronograma de ejecución

Acciones	2016	2018	2019		2022	2023	2024	2025
1. Incluir en el reglamento estatal y en los municipales la regulación de vehículos de transporte de carga y público.								
<ol> <li>Generar convenio de colaboración entre SEDESU, SCT, municipios y AET.</li> </ol>								
3. Desarrollar y aplicar un programa de detección de vehículos contaminantes.								
<ol> <li>Desarrollar un Sistema de Información que contenga el registro de transporte de carga y pasajeros.</li> </ol>								









5. Diseñar e implementar un programa de certificación e inspección de talleres y centros de revisión de emisiones vehiculares para transporte de carga y pasajeros.			
6. Diseñar y aplicar un programa de transporte limpio.			
7. Capacitar a transportistas en los beneficios del programa de transporte público.			
8. Promover el uso de transporte público y alterno.			

## Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Incluir en el reglamento estatal y en los municipales la regulación de vehículos de transporte de carga y público.	
Convenio de colaboración entre SEDESU, SCT, municipios y AET.	
Desarrollar y aplicar un programa de detección de vehículos contaminantes.	\$6,000,000.00
Desarrollar un Sistema de Información que contenga el registro de transporte de carga y pasajeros	\$2,200,000.00
Diseñar e implementar un programa de certificación e inspección de talleres y centros de revisión de emisiones vehiculares para transporte de carga y pasajeros.	\$3,000,000.00
Diseñar y aplicar un programa de transporte limpio.	\$2,800,000.00
Capacitar a transportistas en los beneficios del programa de transporte público.	\$1,000,000.00
Promover el uso de transporte público y alterno.	\$800,000.00
Total estimado	\$15,800,000.00

Nota: Los costos del reglamento y convenio serán absorbidos por las dependencias involucradas. El programa de detección de vehículos contaminantes incluye la adquisición del equipo de sensor remoto y la creación de la infraestructura de verificación para la implementación de este









programa.

# Medida 8. Fortalecer el sistema de movilidad sustentable en el AMM y su región periférica

## Objetivo

Contar con un desarrollo urbano ordenado que permita mejorar la movilidad de la población.

#### Meta

Actualizar el plan de movilidad sustentable para el año 2018 e implementar las acciones que en éste se deriven.

Las metas se evaluarán mediante el cumplimento de dos indicadores: el primero enfocado a contar con la actualización del plan de movilidad sustentable y el segundo con el cumplimiento de cada una de las acciones que se derivarán del plan de movilidad y/o que dan soporte al mismo.

Indicador de		rcenta	je de c	umpli	mient	o de la	a met	a de la	a med	lida
cumplimiento	2016		2018	2019						
Indicador 1. Actualización del plan de movilidad sustentable Sí/No	Desarrollo	Desarrollo	Desarrollo	100%						
Indicador 2. Acciones y proyectos de apoyo a la movilidad sustentable										
Acciones y proyectos realizados tipo i x 100/acciones y proyectos planeados tipo	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	50%	60%
Donde i es el identificador del tipo de acción o proyecto										









## Beneficios esperados

De los principales beneficios en la implementación de esta medida están la reducción en tiempos de traslado, mejor flujo vehicular, aumento en velocidades de circulación, lo que impacta en un menor consumo de combustible y menos emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Los contaminanes que se pueden controlar y/o disminuir de forma indirecta e la implementación de esta medida son los siguientes.

PM10	PM 2.5	SO <sub>2</sub>		NOx		NНз
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

#### Justificación

El desarrollo urbano en el Estado de Nuevo León se ha presentado principalmente en el Área Metropolitana de Monterrey, en donde reside poco más del 80% de la población. La creciente urbanización ha causado importantes impactos en la calidad de los ecosistemas y de la vida urbana de la población.

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano Nuevo León 2030 (PRODU)<sup>28</sup> está basado en principios de sustentabilidad, tales como: el crecimiento económico responsable, la inclusión social y el cuidado ambiental. Este programa plantea mantener como dos regiones urbanas diferenciadas el Área Metropolitana de Monterrey y su Región Periférica.

Actualmente el AMM ha crecido de forma desordenada, generando desarrollos habitacionales lejanos a los centros de trabajo y zonas comerciales, aumentando los tiempos de viaje, consumo de combustibles, lo que incide no solo en la calidad de vida, sino en la generación de emisiones de contaminantes a la atmósfera. Como respuesta a esta problemática, el estado de Nuevo León ha enfocado su PRODU a un desarrollo con re-densificación y optimización de la infraestructura vial para mejorar la movilidad de las personas

Al igual que el PRODU, el presente ProAire busca mejorar la movilidad urbana en el AMM, pero este último con el objetivo de disminuir emisiones

<sup>&</sup>lt;sup>28</sup> Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo León. Programa estatal de desarrollo urbano Nuevo León 2030. Octubre 2012.









provenientes de vehículos automotores al reducir el tiempo de traslado y por ende el consumo de combustibles.

## Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	Fortalecer la legislación estatal y municipal para regular el desarrollo urbano sustentable.	Garantizar que el desarrollo urbano se dé bajo el modelo de escala humana, en el cual se busca densificar a la población, evitando residir en lugares lejanos a los que se encuentran los servicios y centros de trabajo. Esto también permite disminuir los tiempos de traslado.	SEDESU y autoridades municipales
2.	Desarrollar un programa de coordinación del estado y municipios para una movilidad sustentable.	Mediante convenios entre autoridades municipales y estatales de desarrollo urbano y medio ambiente, colaborar para planear un crecimiento urbano sustentable que mejore la movilidad de la población.	SEDESU
3.	Actualizar el estudio de movilidad inter e intra municipal que detecte las necesidades de movilidad de las personas que necesitan desplazarse en y entre localidades.	Este estudio en su actualización debe incluir: encuesta origen destino del AMM, y a municipios candidatos a ser integrados al AMM. Revisión de la cobertura del metro y red integral del sector transporte. El plantear medidas alternas para movilidad no motorizada, programa de reducción de distancia y tiempo de viaje, considerando la densificación de la población.	СЕТуV
4.	Evaluar el registro de autorizaciones de fraccionamientos en el AMM y los municipios candidatos a ser integrados al AMM.	Orientar a que las autorizaciones de fraccionamientos se otorguen cuando se demuestre que éstos están orientados a ciudad escala humana, hacia una densificación de la población.	SEDESU
5.		Evaluar la ampliación de la red maestra del metro en función de los resultados de la actualización del estudio de movilidad, así como la evaluación del mismo sistema de transporte público para que este sea integral.	AET
6.	Actualizar el Sistema de gestión de tránsito (SINTRAM).	Realizar la actualización del SINTRAM, ampliando la cobertura del mismo a otras vialidades.	AET y CETyV









	Acciones	Alcance	Responsable
7.	Desarrollar e implementar un Programa de transporte escolar.	Incorporar el uso de transporte escolar en las instituciones educativas del estado (públicas y privadas) con base en los resultados del Plan de Movilidad Integral.	AET
8.	Promover y difundir acciones orientadas a aumentar el uso de medios de transporte sustentable.	Mediante campañas de difusión promover el uso de medios de transporte sustentable (motorizado y no motorizado).	AET y CETyv

Responsable de la medida: Agencia Estatal de Transporte (AET),

Actores involucrados: AET, SEDESU, CETyV, Sub Secretaría de Desarrollo Urbano (SSDU), Secretaría de Infraestructura y áreas administrativas municipales correspondientes.

# Cronograma de ejecución

	Acciones	2016	2018	2019	2020	2021	2022	2024	2025
1.	Fortalecer la legislación estatal y municipal para regular el desarrollo urbano que permita una movilidad sustentable.								
2.	Desarrollar un programa de coordinación del estado y municipios para una movilidad sustentable.								
3.	Actualizar el estudio de movilidad inter e intra municipal que detecte las necesidades de movilidad de las personas que necesitan desplazarse en y entre localidades.								
4.	Evaluar el registro de autorizaciones de fraccionamientos en el AMM y los municipios candidatos a ser integrados al AMM.								
5.	Actualizar la red maestra del metro y del sistema integrado de transporte público								
6.	Actualizar el Sistema de gestión de tránsito (SINTRAM).								









7.	Desarrollar e implementar un Programa de					
	transporte escolar.					
8.	Promover y difundir acciones orientadas a					
	aumentar el uso de medios de transporte					
	sustentable.					

### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Fortalecer la legislación estatal y municipal para regular el desarrollo urbano que permita una movilidad sustentable.	
Desarrollar un programa de coordinación del estado y municipios para una movilidad sustentable	
Actualizar el estudio de movilidad inter e intra municipal que detecte las necesidades de movilidad de las personas que necesitan desplazarse en y entre localidades.	\$6,500,000.00
Evaluar el registro de autorizaciones de fraccionamientos en el AMM y los municipios candidatos a ser integrados al AMM.	\$800,000.00
Actualizar la red maestra del metro y del sistema integrado de transporte público	\$6,000,000.00
Actualizar el Sistema de gestión de tránsito (SINTRAM).	\$6,000,000.00
Desarrollar e implementar un Programa de transporte escolar.	\$1,000,000.00
Promover y difundir acciones orientadas a aumentar el uso de medios de transporte sustentable.	\$1,000,000.00
Total estimado	\$21,300,000.00

Nota: Los costos del reglamento y el programa de coordinación del estado y municipios serán absorbidos por las dependencias involucradas. La actualización de la red maestra del metro y el transporte integral solo incluye los estudios de diagnóstico, los costos de las obras serán estimados a partir de la planeación obtenida de los diagnósticos.

# 6.3.3 Estrategia 2. Reducción de emisiones en fuentes de área

Medida 9. Fortalecer la regulación de los establecimientos comerciales y de servicios en el Estado









## Objetivo

Mejorar la regulación de comercios y servicios a través del fortalecimiento legislativo y el desarrollo de un padrón único que permita tener el control del número de establecimientos y sus actividades.

#### Meta

Contar con un padrón único y confiable del número de establecimientos de comercios y servicios que operan en los principales municipios del estado de Nuevo León.

Se pretende tener para el año 2025 la meta del 80% de establecimientos regulados.

Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida									
cumplimiento	2016		2018	2019						
Porcentaje de establecimientos comerciales y de servicios con licencias o autorizaciones										
Número de establecimientos (CyS) con autorizaciones o licencias x 100/total de establecimientos (C y S)		15%	20%	25%	30%	35%	45%	55%	65%	80%
C y S. Comercios y Servicios										

## Beneficios esperados

 Conocer la cantidad por tipo de actividad de establecimientos de comercios y servicios en los principales municipios del estado.









- Contar con datos técnicos de los comercios y servicios para estimar la cantidad de emisiones de contaminantes que se generan a la atmósfera
- Identificar los principales giros que generan la mayor cantidad de emisiones a la atmósfera.

La regulación de los comercios y servicios tendrá como consecuencia la disminución de emisiones a la atmósfera de los siguientes contaminantes:

PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	$SO_2$		NOx		NH₃
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

#### Justificación

Es necesario contar con una regulación a nivel estatal de los comercios y servicios principalmente para los municipios urbanos. La regulación de estos establecimientos permitirá conocer el aporte de emisiones a la atmósfera de forma más certera para apoyarlos a contribuir en la mejora de la calidad del aire mediante el uso de buenas prácticas ambientales.

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2015), existen en el Estado de Nuevo León 10,200 establecimientos de comercios y servicios del tipo: hoteles, restaurantes, asados al carbón, imprentas, tintorerías, tortillerías, panaderías, hojalatería, de los cuales el 80% están ubicados en el AMM.

Los principales establecimientos comerciales y de servicios que predominan en el AMM son los asados al carbón, seguidos por los restaurantes. Es importante regular este tipo de establecimientos y contar con información técnica, tal como el tipo y cantidad de combustible utilizado, el tipo de horno o equipo que utilizan en el proceso de cocción, entre otros. La actividad de comercios y servicios fue estimada en el Inventario de Emisiones a la Atmósfera del Estado de Nuevo León, 2013 (ver Anexo A), pero la estimación se basó en información de los registros de comercios y servicios presentes en el DENUE y en algunos municipios, siendo en varios casos información muy generalizada.

Por lo anterior, se requiere realizar un padrón de comercios y servicios por lo menos de los municipios que, de acuerdo al DENUE, son los que cuentan con









más actividad comercias y de servicios. Este padrón deberá incluir características técnicas de la operación de los comercios y servicios para estimar sus emisiones y conocer el aporte real de emisiones de estos establecimientos.

## Términos legales

De acuerdo a la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León y los Reglamentos Ambientales Municipales la regulación de los comercios y servicios son de jurisdicción municipal.

## Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	Fortalecer los reglamentos municipales en materia de regulación de comercios y servicios.	Es importante que sea incluida la reglamentación en materia de comercios y servicios para aquellos reglamentos ambientales municipales que no incluyen los procedimientos de licencias, permisos o autorizaciones, así como lo referente a inspección y vigilancia (sanciones y multas).	Autoridades ambientales municipales
2.	Reactivar la coordinación intermunicipal del Estado.	Existe en el estado una coordinación intermunicipal, área que pertenece a la Secretaría de Desarrollo Social, es de importancia que esta coordinación dé soporte y apoye a los municipios para sus reformas en reglamentos y la coordinación para el desarrollo del sistema e integración de un padrón único de comercios y servicios.	SEDESU y autoridades ambientales municipales
3.	Realizar convenio entre los municipios y la SEDESU.	Este convenio permitirá la coordinación para generar el sistema de información de comercios y servicios, y su actualización periódica.	SEDESU y autoridades ambientales municipales









	Acciones	Alcance	Responsable
4.	Desarrollar un sistema de información que contenga los datos generales y técnicos de los establecimientos.	información del padrón de comercios y servicios para generar	SEDESU y autoridades ambientales municipales
5.	Fortalecer el programa de inspección y vigilancia a comercios y servicios.	Evaluar la operación actual del programa de inspección y vigilancia para establecer las mejoras al mismo, o bien, generar dicho programa para los municipios que no cuenten con él.	Autoridades ambientales municipales
6.	Coordinar a los diferentes niveles de gobierno para implementar programas de capacitación continua en instrumentos de regulación de fuentes.		SEDESU y autoridades ambientales municipales

Responsable de la medida: Autoridades ambientales municipales.

Actores involucrados: Autoridades ambientales municipales y Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

# Cronograma de ejecución

Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Fortalecer los reglamentos municipales en materia de regulación de comercios y servicios.										
2. Reactivar la coordinación intermunicipal del estado.										
3. Realizar convenio entre los municipios y la SEDESU.										









4. Desarrollar un sistema de información que contenga los datos generales y técnicos de los establecimientos.	
5. Fortalecer el programa de inspección y vigilancia a comercios y servicios.	
6. Coordinar a los diferentes niveles de gobierno para implementar programas de capacitación continua en instrumentos de regulación de fuentes.	

## Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Fortalecer los reglamentos municipales en materia de regulación de comercios y servicios	
Reactivar la coordinación intermunicipal del estado	
Realizar convenio entre los municipios y la SEDESU	
Desarrollar un sistema de información que contenga los datos generales y técnicos de los establecimientos	\$4,500,000.00
Fortalecer el programa de inspección y vigilancia a comercios y servicios	\$6,000,000.00
Coordinar a los diferentes niveles de gobierno para implementar programas de capacitación continua en instrumentos de regulación de fuentes	\$1,000,000.00
Total estimado	\$11,500,000.00

Nota: Los costos de fortalecer reglamentos municipales, reactivar a la coordinación intermunicipal, así como la realización de convenios serán absorbidos por las dependencias involucradas.

Medida 10. Disminución de emisiones de COV en almacenamiento y distribución de combustibles









Reducir las emisiones de COV en las operaciones del almacenamiento y distribución de combustibles, mediante la implementación de sistemas de recuperación de vapores.

#### Meta

Contar, para el año 2025, con sistemas de recuperación de vapores en el 95% de las estaciones de servicios. Estos sistemas de recuperación de vapores reducirán las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).

Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida									
cumplimiento	2016		2018	2019						
Porcentaje de establecimientos con sistema de recuperación de vapores  Número de estaciones de servicio con sistema de recuperación de vapores x 100/ total de estaciones de servicio		15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	85%	95%

## Beneficios esperados

- Reducir emisiones de COV a la atmósfera provenientes del manejo y distribución de combustibles al implementar sistemas de recuperación de vapores.
- Disminuir la formación de ozono (O<sub>3</sub>) por el aporte de COV provenientes del manejo y distribución de combustibles.
- Mejorar la salud de los habitantes por la disminución de COV, y
- Menor gasto en atención médica por afecciones relacionadas con O<sub>3</sub>, o exposición a COV tóxicos.

El contaminante a disminuir son los COV.









## Justificación

En el manejo y distribución de combustibles se emiten COV debido a la volatilidad de estos compuestos. Reducir las emisiones de COV es de importancia ya que algunas especies de estos compuestos son tóxicas, además de ser un ingrediente importante en la formación de  $O_3$ .

La instalación de sistemas de recuperación de vapores en estaciones de servicio ha probado ser una acción efectiva en la reducción de COV pues logra controlar la fuga de estos compuestos hasta en un 90%<sup>29</sup>. En Nuevo León se tiene el registro al 2015 de 677 estaciones de servicio<sup>30</sup> en las cuales se distribuyeron a la flota vehicular más de 2.5 millones de m³ de gasolina (PEMEX Refinación, 2015). En las centrales de almacenamiento y distribución de Petróleos Mexicanos (PEMEX) se tiene un almacenamiento de más de 500 mil barriles de diversos combustible (PEMEX Refinación, 2015).

De acuerdo al Inventario de Emisiones a la atmósfera para el Estado de Nuevo León (ver Anexo A), las fuentes de área generan el 66.21% de COV de fuentes antropogénicas del estado, de las cuales el 18.05% son atribuible al *manejo y distribución de combustibles*.

En el 2014 el INECC llevó a cabo un estudio de especiación de compuestos orgánicos volátiles (COV) en el cual se encontró que ocho de las principales especies químicas detectadas en mayor concentración en la especiación están contenidas en la formulación de los combustibles<sup>31</sup>.

## Términos legales

La legislación de las estaciones de servicio tiene que ver con la seguridad y requisitos de las instalaciones, con la ubicación del establecimiento y con el manejo, almacenamiento y distribución de los combustibles.

La legislación sobre aspectos de equilibrio ecológico y protección del medio ambiente para la instalación y operación de estaciones de servicio, comprende ámbitos de competencia federal, estatal y municipal. Además de leyes y

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> TÍTULO DEL DOCUMENTO www.epa.gov/gasstar/documents/spanish/ll\_vapor\_final(sp).pdf

<sup>&</sup>lt;sup>30</sup> PEMEX refinación: www.ref.pemex.com/index.cfm?action=content&sectionID=11&catID=212

<sup>&</sup>lt;sup>31</sup> INECC, 2015. Evaluación de compuestos orgánicos volátiles para definir medidas de control en el Área Metropolitana de Monterrey. Informe técnico.









reglamentos se cuenta con Normas Oficiales Mexicanas de carácter federal para prevenir y reparar daños al medio ambiente<sup>32</sup>.

## Acciones y sus alcances

Acciones	Alcance	Responsable
Crear un comité de organismos encargados de la regulación de estaciones de servicio.	El comité estará integrado por la ASEA, PEMEX, SEDESU y autoridades ambientales municipales.	SEDESU
2. Establecer la línea base de emisiones de COV provenientes del almacenamiento y distribución de combustibles.	Estimar con base en la distribución y almacenamiento de combustibles las emisiones evaporativas de COV, actualizando el número de estaciones de servicio y cantidad y tipo de combustibles que se distribuyen. Generar un escenario de estaciones de servicios, terminales de almacenamiento que se propone implemente sistemas de recuperación de vapor.	SEDESU
3. Implementar sistemas de recuperación de vapores en el manejo y distribución de combustibles.  3. Implementar sistemas de recuperación de vapores en el manejo y distribución de combustibles.	Desarrollar un programa de implementación de sistemas de recuperación de vapor en las terminales de almacenamiento, estaciones de servicio y en la distribución de combustibles. Dentro de este programa se deberán contemplar la firma de convenios entre ASEA, PEMEX, autoridades ambientales municipales y estaciones de servicio para establecer los lineamientos y compromisos para la implementación de los sistemas de recuperación de vapor.	SEDESU
4. Programa de inspección y vigilancia a estaciones de servicio.	Coordinación entre ASEA y SEDESU para desarrollar el programa de inspección y vigilancia a estaciones de servicio.	ASEA
5. Evaluar la reducción de COV por la	Estimar emisiones de COV en estacones generados por la	SEDESU

<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> PEMEX refinación. Marco Jurídico de la Franquicia Pemex. www.ref.pemex.com/files/content/02franquicia/sagli002\_03v.html









Acciones	Alcance	Responsable
implementación de sistemas de recuperación de vapores.	distribución y manejo de combustibles y comparar las mismas con la línea base para conocer la reducción después de la implementación de las acciones antes descritas	

Responsable de la medida: SEDESU.

Actores involucrados: SEDESU, ASEA, SEMARNAT, PEMEX, autoridades ambientales municipales y estaciones de servicio.

# Cronograma de ejecución

Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<ol> <li>Crear un comité de organismos encargados de la regulación de gasolineras.</li> </ol>										
Establecer la línea base de emisiones de COV provenientes del almacenamiento y distribución de combustibles.										
<ol> <li>Implementar sistemas de recuperación de vapores en el manejo y distribución de combustibles.</li> </ol>										
4. Programa de inspección y vigilancia a estaciones de servicio.										
<ol> <li>Evaluar la reducción de COV por la implementación de sistemas de recuperación de vapores.</li> </ol>										

## Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Crear un comité de organismos encargados de la regulación de gasolineras.	









Acciones	Monto estimado (M.N)
Establecer la línea base de emisiones de COV provenientes del almacenamiento y distribución de combustibles.	\$1,000,000.00
Implementar sistemas de recuperación de vapores en el manejo y distribución de combustibles.	
Programa de inspección y vigilancia a estaciones de servicio.	\$1,000,000.00
Evaluar la reducción de COV por la implementación de sistemas de recuperación de vapores.	\$700,000.00
Total estimado	\$2,700,000.00

Nota: El costo de crear el comité será absorbido por las instituciones participantes. El costo de la implementación de los sistemas de recuperación de vapores será estimado como parte de la acción de la línea base de emisiones de COV.

Medida 11. Disminuir material particulado proveniente de la resuspensión de polvo en caminos pavimentados y no pavimentados, así como la erosión del suelo en el AMM.

## Objetivo

Disminuir las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  mediante el revestimiento de caminos pavimentados y no pavimentados, así como el reverdecimiento y reforestación de áreas erosionadas y la regulación de manejo de residuos de construcción.

#### Meta

- Reforestar y/o reverdecer el suelo desnudo de los municipios del AMM.
   Al Año 2025 se pretende contar con el 95% de estas superficies cubiertas.
- Revestir el 95% al año 2025 de los caminos pavimentados y no pavimentados en los municipios del AMM.
- Aplicar, en un 95% de las obras de construcción, el programa de disminución de partículas en la recolección y manejo de residuos de construcción.









Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la me						a medida			
cumplimiento	2016		2018	2019						2025
Indicador 1. Porcentaje de superficie forestada y reverdecida Superficie forestada y reverdecida x 100/ superficie total a forestar y reverdecida planeada		15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	85%	95%
Indicador 2. Porcentaje de superficie recuperada respecto a lo planeado  Superficie recuperada x 100/ superficie total recuperada planeada		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Indicador 3. Porcentaje de km pavimentados o revestidos respecto a lo planeado  km pavimentados o revestidos x 100 / km pavimentados o revestidos planeados		15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	85%	95%
Indicador 4. Programa de manejo y recolección de residuos de la construcción para el control de partículas  Sí/No		15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	85%	95%

# Beneficios esperados.

- Disminución de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> por:
  - Reverdecimiento y recuperación de suelos desnudos en el AMM.
  - Recubrimiento de caminos pavimentados y no pavimentados
  - Aplicación de programa de manejo y recolección de residuos de la contrucción.

#### Justificación

Las partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros son el principal problema de calidad del aire en el AMM (ver el capítulo 2 de calidad del aire de este documento), en donde los límites máximos permisibles de estos contaminantes se sobrepasan hasta más de la mitad de los días del año.









Las principales fuentes emisoras del  $PM_{10}$  en el Estado son las fuentes de área, contribuyendo con un 65.63%, mientras que para  $PM_{2.5}$  esta fuente es la segunda en importancia, aportando el 39.26 % de este contaminante (ver Anexo A).

De las  $PM_{10}$  que se generan en todo el estado, las *actividades de construcción* aportan el 10.77%, los *caminos pavimentados y no pavimentados* el 16.85%, y las áreas erosionadas el 25.83%. Respecto a  $PM_{2.5}$ , las *actividades de construcción* generan el 4.99%, *caminos pavimentados y no pavimentados* el 4.76% y las áreas erosionadas el 12.78%.

Las acciones que se implementen para estas tres categorías de fuentes de área (actividades de construcción, caminos pavimentados y no pavimentados y suelos desprovistos de vegetación) lograrán una disminución de partículas significativa a la atmósfera, mejorando de esta forma la calidad del aire en el estado.

## Acciones y sus alcances

Acciones	Alcance	Responsable
1. Elaborar acuerdo para establecer los lineamientos de áreas verdes con respecto al tipo de desarrollo habitacional y/o comercial.	Acuerdo entre desarrollo urbano y autoridad ambiental municipal para establecer los lineamientos ambientales para el desarrollo habitacional y/o comercial.	SEDESU y autoridades ambientales municipales
2. Integrar un inventario de las áreas erosionadas (m²).	En coordinación con las autoridades municipales, SEDESU integrará un inventario de los m2 erosionados, y estimará el aporte de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> de estas áreas. Esta será la línea base de emisiones de material particulado proveniente de esta categoría.	SEDESU y autoridades ambientales municipales
3. Integrar un inventario vial de caminos pavimentados y no	Este inventario será en dos etapas. Etapa 1. Caminos pavimentados y no pavimentados en el AMM.	SEDESU









	Acciones	Alcance	Responsable
	pavimentados.	Etapa 2. Caminos pavimentados y no pavimentados en el resto del estado.	
4.	Desarrollar un inventario de deterioro de caminos y áreas erosionadas geo- referenciado.	Este inventario permitirá conocer las condiciones actuales de los pavimentos. Se recomienda que el inventario inicie en una primera etapa con los municipios que integran el AMM, y en una segunda etapa integrar el resto de los municipios del estado.	
5.	Desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de Pavimentos.	Permitirá planificar de forma ordenada la inversión de recursos. Este sistema priorizará las vialidades o corredores en cuestión de su mantenimiento, su capacidad vial, buscando tener un flujo vehicular fluido que impacta en reducción de consumo de combustibles, reducción de emisiones.	SEDESU
6.	Programa de pavimentación de calles y avenidas para reducir emisiones de partículas.	Este programa incluirá los requerimientos de la Ley para la construcción y rehabilitación de pavimentos. El programa integrará dos etapas:  Etapa 1: manual de mantenimiento de	
		caminos no revestidos  Etapa 2: estrategias de caminos de suelocemento, estabilización con cal, estabilización con biopolímeros (como impermeabilizantes y reductor de polvos). Uso de materiales de reciclado de neumático para superficie de rodamiento impermeable.	SEDESU
7.	Programa de recuperación de áreas verdes en el AMM.	Las autoridades ambientales municipales deberán generar su inventario de áreas desprovistas de vegetación, realizar un análisis de los uso de suelo en su municipio y realizar un listado de priorización de recubrimiento de suelos desnudos.	Autoridades ambientales municipales
8.	Reverdecimiento y forestación urbana del AMM con especies nativas.	En base al inventario de áreas prioritarias a reverdecer o reforestar, los municipios realizarán la programación del reverdecimiento y reforestación de áreas prioritarias.	Autoridades ambientales municipales









Acciones	Alcance	Responsable
9. Vigilar el cumplimiento de las condicionantes en los permisos de desarrollos habitacionales y comerciales.	Las autoridades ambientales municipales deberán vigilar los desarrollos para que éstos cumplan en materia ambiental con lo estipulado en su autorización de construcción. Por ejemplo, con los espacios de áreas verdes con respecto a los m² de construcción autorizados y manejo de materiales de construcción que generan partículas.	Autoridades ambientales municipales
10. Desarrollar e implementar un programa de recolección de residuos de la construcción de generadores, excepto desarrollo habitacional e industrial para controlar emisiones de partículas.	El programa deberá ser sustentado en los reglamentos ambientales municipales y contempla la regulación del manejo, recolección y transporte del residuo de la construcción.	Autoridades ambientales municipales
11. Difundir la importancia del impacto de las partículas provenientes del manejo de residuos de construcción y/o demolición.	Campaña de difusión para sensibilizar a la población de la importancia en impacto a la salud del mal manejo de los residuos de construcción.	Autoridades ambientales municipales
12. Difundir la importancia de conservar la capa vegetal de los terrenos en desuso del área urbana.	Campaña de sensibilización a la población de la importancia de mantener con una capa vegetal moderada los terrenos en desuso, ya que estos generan material particulado que daña la salud de la población.	Autoridades ambientales municipales

Responsable de la medida: Autoridades ambientales municipales.

Actores involucrados: SEDESU, Secretaría de Infraestructura, autoridades ambientales municipales y de desarrollo urbano, población en general.

## Cronograma de ejecución

Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1. Elaborar un acuerdo para establecer los lineamientos de áreas verdes con respecto al tipo de desarrollo habitacional y/o										









	comercial.					
2.	Integrar un inventario de las áreas erosionadas (m²).					
3.	Integrar un inventario vial de caminos pavimentados y no pavimentados					
4.	Desarrollar un inventario de deterioro de caminos y áreas erosionadas geo-referenciado.					
5.	Desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de Pavimentos					
6.	Programa de pavimentación de calles y avenidas para reducir emisiones de partículas.					
7.	Programa de recuperación de áreas verdes en el AMM.					
8.	Reverdecimiento y forestación urbana del AMM con especies nativas.					
9.	Vigilar el cumplimiento de las condicionantes en los permisos de desarrollos habitacionales y comerciales.					
10.	Desarrollar e implementar un programa de recolección de residuos de la construcción de generadores, excepto desarrollo habitacional e industrial para controlar emisiones de partículas.					
11.	Difundir la importancia del impacto de las partículas provenientes del manejo de residuos de construcción y/o demolición.					
12.	Difundir la importancia de conservar la capa vegetal de los terrenos en desuso del área urbana.					

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Elaborar un acuerdo para establecer los lineamientos	
de áreas verdes con respecto al tipo de desarrollo	









Acciones	Monto estimado (M.N)
habitacional y/o comercial.	
Integrar un inventario de las áreas erosionadas (m²).	\$1,000,000.00
Integrar un inventario vial de caminos pavimentados y no pavimentados.	\$1,500,000.00
Desarrollar un inventario de deterioro de caminos y áreas erosionadas geo-referenciado.	\$2,000,000.00
Desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de Pavimentos.	\$2,500,000.00
Programa de pavimentación de calles y avenidas para reducir emisiones de partículas.	
Programa de recuperación de áreas verdes en el AMM.	\$2,500,000.00
Reverdecimiento y forestación urbana del AMM con especies nativas.	\$2,500,000.00
Vigilar el cumplimiento de las condicionantes en los permisos de desarrollos habitacionales y comerciales.	\$600,000.00
Desarrollar e implementar un programa de recolección de residuos de la construcción de generadores, excepto desarrollo habitacional e industrial para controlar emisiones de partículas.	\$2,500,000.00
Difundir la importancia del impacto de las partículas provenientes del manejo de residuos de construcción y/o demolición.	\$800,000.00
Difundir la importancia de conservar la capa vegetal de los terrenos en desuso del área urbana.	\$800,000.00
Total estimado	\$16,700,000.00

Nota: El costo del acuerdo será absorbido directamente por las dependencias involucradas.

# 6.3.4 Estrategia 5. Protección a la salud

Medida 12. Fortalecer el programa de contingencias atmosféricas









#### Objetivo

Contar con un instrumento actualizado que contenga estrategias, acciones y actividades que se implementen en caso de que se presenten episodios de altas concentraciones de contaminantes.

#### Meta

• Contar, para el año 2017, con el Programa de Contingencias Atmosférica actualizado y operando.

Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida										
cumplimiento	2016		2018	2019						2025	
Programa de contingencias atmosféricas operando Sí/No		100%	Programa Operando								

#### Beneficios esperados

- Disminución de días sobre la norma en material particulado y ozono.
- Proteccipon a la población de los altos niveles de contaminación.

Los contaminantes considerados en el programa de contingencias atmosféricas son: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>.

#### Justificación

Es necesario evaluar y actualizar el programa de contingencias existente y fortalecerlo de acuerdo a los límites máximos actuales de concentraciones de contaminantes definidos en la normatividad vigente, así como evaluar las acciones que se pueden tomar como respuesta.

Con la ejecución del programa se busca reducir la exposición de la población mediante la alerta ambiental y la implementación de actividades que no pongan en peligro a los habitantes de Nuevo León, así como reducir las emisiones de contaminantes durante el periodo de alerta.









#### Términos legales.

La Ley Ambiental Estatal de Nuevo León y su Reglamento, establece que a través de SEDESU se desarrollará un Programa de Contingencias Ambientales, en el caso de que éste sea necesario.

### Acciones y sus alcances

Acciones	Alcance	Responsable
Conformar un comité técnico para la actualizar el Programa de contingencias atmosféricas.		SEDESU
2. Actualizar el Programa de Contingencias Atmosféricas.	Principalmente acordar los nuevos niveles de activación y desactivación del Programa de Contingencias Atmosféricas, así como establecer el ajuste de las medidas de pre y contingencia.	SEDESU en coordinación con Secretaría de Salud
	SEDESU es la responsable de verificar diariamente que los niveles de contaminantes no se acerquen o sobre pasen los nivel normados, parámetros que dan la pauta para activar el programa de pre y contingencias atmosféricas.	SEDESU
difusión y comunicación continua dirigido a la población sobre los niveles de	SEDESU diseñará un programa de difusión con apoyo de Secretaría de Salud para dar a conocer a la población los niveles de activación del programa y el porqué es importante cumplir con el mismo. SEDESU se coordinará con medios de comunicación para el apoyo	SEDESU









Acciones	Alcance	Responsable
	en la difusión del programa.	
	Se realizará un informe técnico y de difusión de los resultados al término de cada contingencia. El informe de difusión será presentado a la población.	SEDESU

Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

Actores involucrados: SEDESU, Secretaría de Salud del Gobierno de Nuevo León, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), Secretaría de Desarrollo Social, autoridades municipales del AMM (ambientales, protección civil, tránsito), y la academia.

#### Cronograma de ejecución

Acciones		2016	2018	2019			2025
<ol> <li>Conformar un comité té para actualizar el Programa Contingencias Atmosféricas.</li> </ol>	cnico de						
2. Actualizar el Programa Contingencias Atmosféricas	de						
3. Vigilar la aplicación del Program Contingencias Atmosféricas.	na de						
4. Desarrollar un programa de difi y comunicación continua dirigido población sobre los niveles activación del Programa Contingencias Atmosféricas.	a la						
5. Publicar los resultados posterior cada contingencia.	res a						

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Conformar un comité técnico para actualizar el Programa de Contingencias Atmosféricas.	









Acciones	Monto estimado (M.N)
Actualizar el Programa de Contingencias Atmosféricas	\$600,000.00
Vigilar la aplicación del Programa de Contingencias Atmosféricas.	
Desarrollar un programa de difusión y comunicación continua dirigido a la población sobre los niveles de activación del Programa de Contingencias Atmosféricas.	\$1,000,000.00
Publicar los resultados posteriores a cada contingencia.	\$1,600,000.00
Total estimado	\$3,200,000.00

Nota: El costo de crear el comité y vigilar la aplicación de programa serán absorbido por las instituciones participantes.

# Medida 13. Establecer un programa de vigilancia y prevención de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire

#### Objetivo

Diseñar e implementar un programa de vigilancia de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire, con el fin de identificar el tipo y cantidad de casos de enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica.

#### Meta

 Contar, para el año 2019, con el sistema de información de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire, en el cual se identificarán el número y tipo de enfermedades ocasionadas por la exposición a niveles altos de contaminantes en la atmósfera, así como los costos que implican en materia de salud tener un deterioro en la calidad del aire.

Indicador de	Por	je de c	umplir	miento	o de la	a meta	a de la	n med	ida
cumplimiento	2016	2018	2019						









Sistema de información de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire operando  Sí/No				100%	Programa Operando						
---	--	--	--	------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--

#### Beneficios esperados

• Programa de vigilancia y prevención de enfermedades en operación que ayudara a disminuir las enfermedades ocasionadas por la exposición de la población a una atmósfera contaminada.

Los contaminantes considerados a ser evaluados y que tienen de forma directa un impacto en el deterioro de la salud de la población son los normados: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>, ya que las concentraciones de estos contaminantes están correlacionados con el número y tipo de enfermedades registradas en el AMM. No obstante, contaminantes tales como los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) serán incluidos como parte de mismo registro, debido al daño que ocasionan algunas de las especies químicas de COV por su toxicidad.

#### Justificación

La evidencia indica que el Estado de Nuevo León no cuenta con registros de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire de forma oficial. Solamente existen informes y estudios aislados realizados por el sector académico, los cuales muestran correlaciones importantes de la afectación de la población por la exposición a contaminante atmosféricos. En este sentido, el desarrollo de un programa de prevención de enfermedades permitirá identificar y documentar el tipo de enfermedades y número de casos que persisten en el estado por exposición a un deterioro de la calidad del aire.

Con base en la información de los sistemas de vigilancia, se pueden conocer las causas y efectos en la salud poblacional. Asimismo, este programa será de utilidad para evaluar los costos al sistema de salud y la eficiencia operacional del ProAire.

#### Términos legales.

La Ley Ambiental Estatal de Nuevo León y su Reglamento establecen que









SEDESU podrá realizar convenios en materia de impactos a la salud derivados del deterioro ambiental, así como podrá generar el programa de contingencia ambiental para proteger la salud de la población.

#### Acciones y sus alcances.

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	Conformar un comité técnico responsable de la medida de salud.	Este comité será coordinado por el Comité Núcleo y será el que convoque y evalué el avance de la presente medida.	SEDESU
2.	Crear un grupo multidisciplinario para proponer y elaborar proyectos en materia de impactos a la salud por exposición a la mala calidad del aire.	Se integrará para evaluar técnicamente proyectos y estudios que relacionen la exposición de contaminantes en el aire con el deterioro de la salud de la población.	Secretaría de Salud en coordinación con SEDESU
3.	Contar con un registro de enfermedades respiratorias correlacionado con datos de calidad del aire.	Generar un registro, desde las unidades médicas, del tipo y número de enfermedades respiratorias que se dan en el estado. Este registro deberá incluir en los diagnósticos la caracterización del tipo de enfermedad para que el médico defina si es viral, bacteriológica o debido a la exposición de niveles altos de contaminación.	Secretaría de Salud en coordinación con SEDESU
4.	Desarrollar y actualizar un sistema de recopilación de información del tipo y número de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire.	Sistema informático que integre los diagnósticos que se realizan en las unidades médicas del estado, que recopile el tipo y número de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire. Los registros de enfermedades deberán realizarse de forma diaria. También se deberán registrar los niveles diarios de contaminantes cerca de la norma o aquellos que han sobrepasado dicha norma. El sistema deberá tener la fortaleza de presentar los registros tanto de enfermedades como de niveles de concentración de forma georreferenciada.	Secretaría de Salud
5.	Desarrollar un sistema de modelación de impactos a	Este sistema será alimentado con la información del sistema de registro de	Secretaría de









Acciones	Alcance	Responsable
la salud por la exposición a la mala calidad del aire.	enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire en el cual se podrá estimar el impacto de la población a escenarios con niveles altos de calidad del aire. Estimando tanto la morbilidad, mortandad y costos de enfermedades y ausencias laborables.	Salud
6. Generar un informe anual del número y tipo de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad el aire.	Reporte que integre el análisis del número de enfermedades que se registran en episodios de altas concentraciones de contaminantes en la atmósfera, así como los hallazgos de relevancia en la materia.	Secretaría de Salud
7. Dar a conocer la información del registro de enfermedades relacionadas con calidad del aire.	Informar a la población del impacto a la salud que ocasiona la exposición a la mala calidad del aire.	Secretaría de Salud

Responsable de la medida: Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Actores involucrados: Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Nuevo León, Secretaría de Desarrollo Sustentable, academia y población en general.

# Cronograma de ejecución

Acciones	2016	2018	2019			2025
Conformar un comité técnico responsable de la medida de salud.						
2. Crear un grupo multidisciplinario para proponer y elaborar						









	proyectos en materia de impactos a la salud por exposición a la mala calidad del aire.					
3.	Contar con un registro de enfermedades respiratorias correlacionado con datos de calidad del aire.					
4.	Desarrollar y actualizar anualmente un sistema de recopilación de información del tipo y número de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire.					
5.	Desarrollar un sistema de modelación de impactos a la salud por la exposición a la mala calidad del aire.					
6.	Generar informe anual del número y tipo de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad el aire.					
7.	Dar a conocer la información del registro de enfermedades relacionadas con calidad del aire.					

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Conformar un comité técnico responsable de la medida de salud.	
Crear un grupo multidisciplinario para proponer y elaborar proyectos en materia de impactos a la salud por exposición a la mala calidad del aire.	
Contar con un registro de enfermedades respiratorias correlacionado con datos de calidad del aire.	\$2,000,000.00
Desarrollar y actualizar anualmente un sistema de recopilación de información del tipo y número de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire.	\$5,500,000.00
Desarrollar un sistema de modelación de impactos a la salud por la exposición a la mala calidad del aire.	\$2,600,000.00
Generar informe anual del número y tipo de enfermedades	\$1,000,000.00









Acciones	Monto estimado (M.N)
relacionadas con el deterioro de la calidad el aire.	
Dar a conocer la información del registro de enfermedades relacionadas con calidad del aire.	\$1,000,000.00
Total estimado	\$12,100,000.00

Nota: El costo de crear el comité y grupo multidisciplinario será absorbido por las instituciones participantes.

# 6.3.5 Estrategia 4. Comunicación y educación ambiental

# Medida 14. Establecer un programa de comunicación y difusión de la calidad del aire

#### Objetivo

Establecer un programa de comunicación y difusión de temas de calidad del aire, para que la población conozca cuál es el origen de la contaminación atmosférica y cómo pueden participar en la disminución emisiones de contaminantes a la atmósfera.

#### Meta

• Incrementar los conocimientos de la población en materia de calidad del aire.

De forma anual se aplicará una encuesta a la población para conocer la percepción en temas de calidad del aire. la Esta encuesta evaluará si los programas de comunicación y difusión están logrando su objetivo de dar a conocer la importancia del deterioro de la calidad del aire y cómo es que la población puede participar en la solución de este problema.

Se espera que para el 2025 el 80% de la población tenga conocimientos en materia de calidad del aire.









Porcentaje de la población que ha incrementado su base de conocimientos en materia de calidad del aire	40%	2%	20%	25%	20%	2%	%02	75%	%08
Número de personas con nivel de conocimiento adecuado de calidad del aire x 100/ total de personas	4	4	.c	r.	9	9	7	7	∞

#### Beneficios esperados

 Participación de la población en soluciones a la problemática de la calidad del aire.

La población será sensible a los temas de calidad del aire, conociendo la problemática que ocasionan las diversas fuentes emisoras, así como los daños a la salud que provocan los contaminantes generados por dichas fuentes.

#### Justificación

Es de importancia crear conciencia en la población sobre la problemática que representa la mala calidad del aire, estableciendo canales de información y definiendo los contenidos para la difusión mediante campañas y programas de alcance masivo.

Las dependencias de medio ambiente y salud del estado y de los municipios, deberán contar con un plan de comunicación de la calidad del aire, con la finalidad de fomentar la participación y divulgación de la información mediante un lenguaje adecuado para la población en general. Con ello se fomentará una cultura ambiental que concientice a los habitantes del estado y promueva mejores prácticas en sus actividades cotidianas.

#### Términos legales.

El estado de Nuevo León cuenta con el sustento jurídico en materia de educación y comunicación ambiental. Tanto la Ley Ambiental Estatal, como su reglamento y los reglamentos municipales, dan la atribución a las autoridades ambientales estatales (SEDESU) y municipales de crear programas de educación ambiental y difundir los temas de calidad del aire.









#### Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	Convenio con medios de comunicación.	Este convenio permitirá coordinar a las autoridades ambientales (municipales y estatales) con los medios de comunicación para la difusión de los temas de calidad del aire. El convenio será principalmente entre SEDESU, autoridades ambientales municipales y medios de comunicación.	SEDESU
2.	Informar oportunamente de las condiciones de la calidad del aire.	Con los índices de calidad del aire obtenidos del SIMA se informará a la población de las condiciones de la calidad del aire en el AMM. Esta información será publicada en la página web de SIMA.	SEDESU
3.	Campañas de difusión y sensibilización en materia de calidad del aire.	Las campañas no solo serán de difusión por parte de las autoridades ambientales (municipios y SEDESU), sino que también incluirán la participación ciudadana mediante concursos de spots de audio y video. Las campañas serán difundidas principalmente a través de medios comerciales (radio y televisión local).	SEDESU
4.	Difundir el tema de calidad del aire en los espacios de tiempo aire asignados a gobierno.	Aprovechar el tiempo de aire destinado a gobierno en radio y televisión como soporte a las campañas de difusión de temas de calidad del aire.	SEDESU
5.	Comunicar indicadores de desempeño y resultados del ProAire.	Comunicar mediante medios diversos: radio, televisión, medios impresos, página web, redes sociales, entre otros.	SEDESU
6.	Difundir los resultados del documento de diagnóstico de avances de medidas del ProAire.	Publicar en página web.	

Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

Actores involucrados: SEDESU, autoridades ambientales municipales, SEMARNAT, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación Pública (SEP), instituciones educativas y de investigación, medios de comunicación estatales y locales, organizaciones civiles y población en general.









# Cronograma de ejecución

	Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	Convenio con medios de comunicación.										
2.	Informar oportunamente de las condiciones de la calidad del aire.										
3.	Campañas de difusión y sensibilización en materia de calidad del aire.										
4.	Difundir el tema de calidad del aire en los espacios de tiempo aire asignados a gobierno.										
5.	Comunicar indicadores de desempeño y resultados del ProAire.										
6.	Difundir los resultados del documento de diagnóstico de avances de medidas del ProAire.										

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Convenio con medios de comunicación.	
Informar oportunamente de las condiciones de la calidad del aire.	\$1,000,000.00
Campañas de difusión y sensibilización en materia de calidad del aire.	\$1,500,000.00
Difundir el tema de calidad del aire en los espacios de tiempo aire asignados a gobierno.	
Comunicar indicadores de desempeño y resultados del ProAire.	\$800,000.00
Difundir los resultados del documento de diagnóstico de avances de medidas del ProAire.	\$800,000.00
Total estimado	\$4,100,000.00

Nota: El costo del convenio y grupo será absorbido por las instituciones participantes. El costo de difusión en medios de comunicación requiere de aprovechar el tiempo destinado a gobierno.









# Medida 15. Elaborar un programa de educación en calidad del aire

#### Objetivo

Desarrollar un programa de educación de calidad del aire que incida en la formación de una conciencia ambiental de la población en el estado de Nuevo León.

#### Meta

• Contar con el 100% de la implementación del programa de educación de calidad del aire en los diversos niveles educativos para el año 2025.

Indicador de	Por	centa	je de c	umplir	miento	o de la	a meta	a de la	a med	ida
cumplimiento	2016		2018	2019						2025
Porcentaje de escuelas de educación básica que imparten el programa de educación de calidad del aire  Número de escuelas de educación básica con programa de educación de calidad del aire x100/total de escuelas de educación básica		10%	20%	30%	40%	50%	60%	75%	85%	100%
Porcentaje de estudiantes de educación superior que reciben el programa de educación de calidad del aire  Número de estudiantes de educación superior que reciben el programa de educación ambiental x100/total de estudiantes		10%	20%	30%	40%	50%	60%	75%	85%	100%









Porcentaje de dependencias o instituciones que reciben capacitación en temas de calidad del aire									
Número de dependencias y/o instituciones que reciben capacitación en temas de calidad del aire x100/total de dependencias y/o instituciones consideradas en el plan de capacitación	10%	20%	30%	40%	50%	60%	75%	85%	100%

#### Beneficios esperados

Que la población cuente con una conciencia en materia de calidad del aire, identificando la problemática que representa la contaminación atmosférica en los ecosistemas y en la salud de la población.

#### Justificación

La educación ambiental genera conciencia de la importancia del medio ambiente, promoviendo valores y actitudes encaminados a un desarrollo sustentable y evitando el deterioro que las actividades humanas puedan ocasionar.

Es importante realizar programas de educación que proporcionen la información necesaria para que la población conozca los efectos adversos de los contaminantes, además de crear una conciencia ambiental relacionada con el efecto negativo de nuestras actividades cotidianas.

Contar con un programa de educación ambiental en escuelas creará conciencia en los niños y jóvenes de la importancia de contar con buena calidad del aire, formándolos para evitar el deterioro ambiental.

También es importante capacitar a la comunidad en general (población, dependencias de gobierno, industriales, entre otros), en temas de la









problemática de calidad del aire para que se sensibilicen y participen mediante acciones que eviten o mitiguen emisiones de contaminantes provenientes de diversas fuentes o actividades cotidianas.

#### Términos legales.

El Estado de Nuevo León cuenta con el sustento jurídico en materia de educación ambiental. Tanto la Ley Ambiental Estatal, como su reglamento y los reglamentos municipales dan la atribución a las autoridades ambientales estatales (SEDESU) y municipales de crear programas de educación ambiental y establecer convenios con las instituciones educativas para el desarrollo e implementación de los programas.

#### Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	Generar decreto de coordinación entre dependencias para colaborar en materia de educación ambiental.	Solicitar el apoyo del ejecutivo estatal para establecer el decreto, en el cual se estipule que las dependencias como SEDESU, autoridades ambientales municipales, SEP e instituciones educativas participen en el programa de educación de calidad del aire.	SEDESU en coordinación con SEP
2.	Crear comité de educación, capacitación y comunicación ambiental.	El comité elaborará los contenidos del programa de educación de calidad del aire y dará seguimiento a la implementación de mismo.	SEDESU
3.	Diseñar y estructurar un programa de educación de la calidad del aire para su integración a los programas de los diversos niveles de educación.	El programa será diseñado para dos niveles de educación (básico y superior). El contenido será propuesto en común acuerdo por los integrantes del comité.	SEDESU en coordinación con la SEP
4.	Implementar el programa de educación de la calidad del aire.	El programa será implementado por la SEP en las diversas instituciones educativas.	SEP
5.	Definir con los diversos sectores las necesidades de capacitación y fomento de la cultura ambiental.	Conocer las necesidades de capacitación en temas de calidad del aire de los diversos sectores, para generar la planeación de capacitación en temas prioritarios.	SEDESU









Responsable de la medida: SEP en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Sustentable.

Actores involucrados: SEP, SEDESU, autoridades ambientales municipales, SEMARNAT, Secretaría de Salud, instituciones educativas y de investigación, medios de comunicación estatales y locales, organizaciones civiles y población en general.

### Cronograma de ejecución

	Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	Generar decreto de coordinación entre dependencias para colaborar en materia de educación ambiental.										
2.	Crear comité de educación, capacitación y comunicación ambiental.										
3.	Diseñar y estructurar un programa de educación de la calidad del aire para su integración a los programas de los diversos niveles de educación.										
4.	Implementar el programa de educación de la calidad del aire.										
5.	Definir con los diversos sectores las necesidades de capacitación y fomento de la cultura ambiental.										

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Generar decreto de coordinación entre dependencias para colaborar en materia de educación ambiental.	









Acciones	Monto estimado (M.N)
Crear comité de educación, capacitación y comunicación ambiental.	
Diseñar y estructurar un programa de educación de la calidad del aire para su integración a los programas de los diversos niveles de educación.	\$200,000.00
Implementar el programa de educación de la calidad del aire.	\$1,000,000.00
Definir con los diversos sectores las necesidades de capacitación y fomento de la cultura ambiental.	\$1,000,000.00
Total estimado	\$2,200,000.00

Nota: El costo del decreto y la creación del comité será absorbido por las instituciones participantes.

# 6.3.6 Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

Medida 16. Conformar un Comité Técnico para el seguimiento y evaluación del ProAire de Nuevo León

#### Objetivo

Establecer un Comité Técnico que sea responsable de dar seguimiento y evaluar el cumplimiento de las medidas establecidas en el ProAire.

#### Meta

• Contar anualmente con la evaluación del cumplimiento de las medidas del ProAire.

Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida									
cumplimiento	2016		2018	2019						2025
Evaluación anual del ProAire realizada										
Sí/No										

Beneficios esperados









Con la evaluación del cumplimiento de las medidas del ProAire se conocerá si éstas han incidido en el objetivo principal del ProAire, que es la protección a la salud, mejorando la calidad del aire.

#### Justificación

La creación de un Comité Técnico ProAire permitirá avalar y fortalecer la ejecución y correcta aplicación de las medidas, permitiendo cumplir con las metas establecidas en el ProAire.

El Comité establecerá mecanismos de evaluación y seguimiento a las acciones del ProAire y, si es necesario, reorientará los objetivos y metas de aquellas acciones que presenten inconvenientes en su implementación, así como generará un informe de avances del cumplimento de las medidas.

#### Términos legales.

De acuerdo a la Ley Ambiental Estatal de Nuevo León y su reglamento, SEDESU debe desarrollar e implementar Programas de Calidad del Aire.

#### Acciones y sus alcances

	Acciones	Alcance	Responsable			
1.	Crear el Comité técnico ProAire de seguimiento y evaluación.	El comité estará integrado por las diversas instituciones participantes en el desarrollo del ProAire.	SEDESU			
2.	Establecer los procedimientos y periodicidad de evaluación del ProAire.	SEMARNAT y SEDESU				
3.	Evaluar los objetivos y metas de las medidas de acuerdo a los resultados obtenidos del diagnóstico del punto anterior.	netas de las medidas de evaluación de alguna de las medidas cuerdo a los resultados presenten problemas en su btenidos del diagnóstico del implementación, su objetivo y meta				
4.	Generar el documento del diagnóstico anual con los avances de las medidas del programa.	Realizar el informe anual que presente la evaluación de los indicadores de cumplimento para cada una de las medidas del ProAire	SEDESU			









Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

Actores involucrados: SEDESU, SEMARNAT, PROFEPA, Secretaría de Salud, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), SEP, autoridades municipales (ambientales, protección civil, desarrollo urbano, otras), centros de investigación e instituciones de educación superior, organizaciones de la sociedad civil y cualquier otro que el Comité considere necesario.

#### Cronograma de ejecución

	Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1.	Crear el Comité técnico ProAire de seguimiento y evaluación.										
2.	Establecer los procedimientos y periodicidad de evaluación del ProAire.										
3.	Evaluar los objetivos y metas de las medidas de acuerdo a los resultados obtenidos del diagnóstico del punto anterior.										
4.	Generar el documento del diagnóstico anual con los avances de las medidas del programa.										

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Crear el Comité técnico ProAire de seguimiento y evaluación.	
Establecer los procedimientos y periodicidad de evaluación del ProAire.	
Evaluar los objetivos y metas de las medidas de acuerdo a los resultados obtenidos del diagnóstico del punto anterior.	\$1,000,000.00
Generar el documento del diagnóstico anual con los avances de las medidas del programa.	\$800,000.00









Acciones	Monto estimado (M.N)
Total estimado	\$1,800,000.00

Nota: El costo de la creación del comité y el establecimiento de procedimientos y periodicidad de evaluación será absorbido por las instituciones participantes.

#### Medida 17. Actualizar el inventario de emisiones a la atmósfera

#### Objetivo

Contar con el inventario de emisiones actualizado de forma bianual, que considere los cambios presentados en las fuentes como resultado de la implementación de las medidas del ProAire.

#### Meta

• Contar con un inventario de emisiones actualizado cada dos años.

Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida									
cumplimiento	2016		2018	2019						
Inventario bianual de emisiones realizado										
S1/No										

Los contaminantes considerados en esta medidas son:

PM10	PM 2.5	SO <sub>2</sub>		NOx		NНз
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

#### Beneficios esperados

 Conocer la contribución y tipo de contaminantes que se generan por las diferentes fuentes en cada uno de los municipios del estado, con lo que se podrá evaluar la eficiencia de la implementación de algunas de las medidas del ProAire.

Justificación









La principal herramienta de diagnóstico en la que se basan las acciones contenidas en el ProAire es el inventario de emisiones, mediante el cual se identifica la contribución de las emisiones contaminantes generadas por cada una de las fuentes (fijas, móviles, área y naturales).

Para evaluar la efectividad de las medidas aplicadas en el ProAire y, en su caso, reorientarlas, es necesario realizar la actualización del inventario de emisiones de forma bianual.

#### Términos legales

La legislación ambiental federal, estatal y municipal, establece que se deberá desarrollar el inventario de emisiones a la atmósfera, cada orden de gobierno se hará cargo de la estimación de las fuentes de su jurisdicción.

#### Acciones y sus alcances.

	Acciones	Alcance	Responsable
1.	Establecer convenios de intercambio de información	Los convenios serán de SEDESU con la federación, municipios, dependencias públicas, privadas y la academia para establecer compromisos de intercambio de información insumo para el inventario de emisiones.	SEDESU
2.	Establecer convenios de capacitación para el desarrollo de los inventarios de emisiones.	Los convenios serán entre SEDESU, autoridades ambientales municipales, INECC y SERMARNAT para capacitar periódicamente en el desarrollo del inventario de emisiones.	SEDESU
3.	Actualizar el inventario de emisiones.	Estimar emisiones de forma bianual de las cuatro fuentes emisoras (fijas, móviles, área y naturales)	SEDESU
4.	Publicar el inventario de emisiones.	Generar el informe del inventario actualizado y comparado con el inventario base (2013) para conocer los avances de control y/o reducción de emisiones.	SEDESU









Responsable de la medida: Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU).

Actores involucrados: SEDESU, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), autoridades ambientales municipales, centros de investigación y academia.

#### Cronograma de ejecución

	Acciones	2016	2017	2018	2019	2020	2022	2023	2024	2025
1.	Establecer convenios de intercambio de información									
2.	Establecer convenios de capacitación para el desarrollo de los inventarios de emisiones.									
3.	Actualizar el inventario de emisiones.									
4.	Publicar el inventario de emisiones.									

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Establecer convenios de intercambio de información.	
Establecer convenios de capacitación para el desarrollo de los inventarios de emisiones.	
Actualizar el inventario de emisiones.	\$2,500,000.00
Publicar el inventario de emisiones.	\$1,000,000.00
Total estimado	\$3,500,000.00

Nota: El costo de los convenios será absorbido por las instituciones participantes.









### Medida 18. Fortalecer el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) en el Estado de Nuevo León

#### Objetivo

Fortalecer el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental en el estado de Nuevo León, para que éste cumpla con los estándares nacionales y genere información confiable y de calidad.

#### Meta

• Ampliar la cobertura del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental y que esté operando correctamente de forma continua.

La forma principal de evaluar el desempeño de la red de monitoreo será a través de sus registros de parámetros monitoreados, realizando la validación de los mismos y generando el informe anual de calidad del aire.

Indicador de	Porcentaje de cumplimiento de la meta de la medida										
cumplimiento	2016		2018	2019						2025	
Informe anual de calidad del aire realizado											
Sí/No											

Los contaminantes considerados para esta medida son los normados

PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	NH <sub>3</sub>
✓	✓	✓	✓	✓	









#### Beneficios esperados

 Mejorar la calidad y confiabilidad de la información de la calidad del aire obtenida por el SIMA, la cual es base para evaluar el impacto de la implementación de las medidas de este ProAire, ya que en los registros de monitoreo de los contaminantes se reflejará las acciones tomadas para las fuentes emisoras.

#### Justificación

El Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) del Área Metropolitana de Monterrey permite conocer en tiempo real las concentraciones de algunos de los contaminantes criterios en el aire. Este sistema está integrado por 10 estaciones de monitoreo, las cuales requieren insumos y mantenimiento para generar información que sea representativa de las condiciones de calidad del aire.

Es importante conocer los niveles de calidad del aire en el AMM, y en otros municipios que se consideren importantes para incorporarse al SIMA, con lo cual se identificarán puntualmente la problemática de contaminación del aire en el estado.

#### Términos legales.

El estado de Nuevo León cuenta con el sustento jurídico a través de su Ley Ambiental Estatal y su reglamento para establecer sistemas de monitoreo atmosférico.

Existe la Norma Oficial Mexicana *NOM-156-SEMARNAT-2012* que define el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

#### Acciones y sus alcances.

Acciones	Alcance	Responsable
,	Considerar en el presupuesto anual de SEDESU los gastos de operación y mantenimiento del SIMA.	SEDESU









	Acciones	Alcance	Responsable
2.	Crear un centro de control que contenga los registros del monitoreo de las estaciones.	9	SEDESU
3.	Elaborar un diagnóstico de la cobertura de la red.	El estudio deberá incluir un análisis de la correlación de fuentes emisoras y campos de viento, ya sea con geoestadística o modelación de calidad del aire, en el cual se identifiquen las zonas que requieren monitoreo atmosférico.	SEDESU
4.	Ampliar la participación municipal en la red de monitoreo.	Integrar a los municipios en la operación y mantenimiento de la red de monitoreo.	SEDESU
5.	Adoptar las metodologías y estándares de los lineamientos establecidos para el tratamiento y reporte de los datos.	Seguir los lineamientos y estándares establecidos en la normatividad vigente para la operación del SIMA.	SEDESU
6.	Mejorar la calidad de la información generada por el SIMA.	Mejorar la calidad de la información mediante la actualización de equipo y capacitación de personal.	SEDESU
7.	Mejorar la plataforma del sistema de publicación en línea de la calidad del aire reportada por el SIMA.	La plataforma incluirá el índice de calidad del aire mediante indicadores de colores para informar el estado de la calidad del aire.	SEDESU

8. Contar con personal	S	FDF
calificado para la operación	ال	_UL
del SIMA.		

Responsable de la medida: SEDESU.









Actores involucrados: SEDESU, SEMARNAT, INECC y autoridades ambientales municipales.

### Cronograma de ejecución

Acciones	2016	2018	2019		2022		2025
<ol> <li>Gestionar y asignar recursos anuales para la operación y mantenimiento del SIMA.</li> </ol>							
Crear un centro de control que contenga los registros del monitoreo de las estaciones.							
3. Elaborar un diagnóstico de la cobertura de la red.							
4. Ampliar la participación municipal en la red de monitoreo.							
5. Adoptar las metodologías y estándares de los lineamientos establecidos para el tratamiento y reporte de los datos.							
6. Mejorar la calidad de la información generada por el SIMA.							
7. Mejorar la plataforma del sistema de publicación en línea de la calidad del aire reportada por el SIMA.							
8. Contar con personal calificado para la operación del SIMA.							

Estimación de costos: \$10,000,000, estimado para la operación de las estaciones actuales, no se consideran nuevas estaciones.

#### Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N)
Gestionar y asignar recursos anuales para la operación y mantenimiento del SIMA.	\$5,000,000.00









Acciones	Monto estimado (M.N)
Crear un centro de control que contenga los registros del monitoreo de las estaciones.	
Elaborar un diagnóstico de la cobertura de la red.	\$1,000,000.00
Ampliar la participación municipal en la red de monitoreo.	
Adoptar las metodologías y estándares de los lineamientos establecidos para el tratamiento y reporte de los datos.	\$1,000,000.00
Mejorar la calidad de la información generada por el SIMA.	\$800,000.00
Mejorar la plataforma del sistema de publicación en línea de la calidad del aire reportada por el SIMA.	\$2,500,000.00
Contar con personal calificado para la operación del SIMA.	\$1,000,000.00
Total estimado	\$11,300,000.00

# 6.4 Jerarquización de medidas del ProAire

La jerarquización de las medidas del ProAire del estado de Nuevo León, se realizó mediante el método de *evaluación multicriterio*, que orienta la toma de decisiones a partir de varios criterios comunes. Este método es utilizado para comparar medidas heterogéneas permitiendo jerarquizar las mismas.

En la aplicación de este método para la jerarquización de las medidas del ProAire del estado de Nuevo León se definieron los siguientes criterios:

- a. Ambiental. El potencial máximo de reducción de contaminantes.
- b. Salud. Protección a la salud de la población.
- c. Económico. Costo-beneficio de implementación de medidas.
- d. Cultura. Cultura ambiental a través de educación.
- e. Institucional. Fortalecimiento institucional a través de mejorar sus elementos de infraestructura y operación.

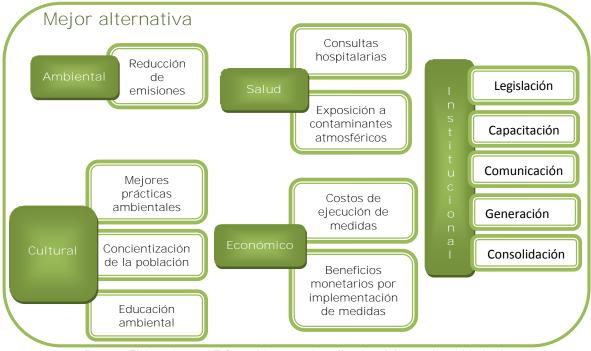
La Figura 35, muestra los elementos de los criterios definidos para jerarquizar las medidas.











Fuente: Elaborado por LT Consulting para la aplicación del método multicriterio

Figura 35. Elementos de los criterios definidos para jerarquizar las medidas.

El Cuadro 18 presenta la escala de valores utilizada para ponderar los criterios de cada medida del ProAire.

Cuadro 12. Escala de valores para los criterios del ProAire.

5	Mayor impacto
4	Impacto medio
5	Impacto moderado
6	Impacto bajo
1	Ningún impacto

Los valores considerados en la jerarquización de las medidas del ProAire se obtuvieron a través de la aplicación de un cuestionario a tomadores de decisión, quienes participan en el desarrollo del programa y que tienen una directa interacción con las políticas ambientales en los tres órdenes de gobierno.









Los resultados de la aplicación del método de evaluación multicriterio se muestran en orden jerárquico en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Jerarquización de medidas de acuerdo al método de evaluación multicriterio.

	Jerarquización de las medidas	Valor total del criterio ponderado
6	Reducción de emisiones a la atmósfera en vehículos automotores que circulen en el Estado	0.98
4	Prevención y control de emisiones a la atmósfera provenientes del sector petróleo y petroquímica	0.94
8	Fortalecer el sistema de movilidad sustentable en el AMM y su región periférica	0.94
7	Regular vehículos a diésel de transporte de carga y público de pasajeros	0.91
13	Establecer un programa de vigilancia y prevención de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire	0.91
11	Disminuir material particulado proveniente de la resuspensión de polvo en caminos pavimentados y no pavimentados, así como la erosión de suelo en el AMM	0.90
18	Fortalecer el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) en el Estado de Nuevo León	0.89
3	Reducir las emisiones a la atmósfera generadas por el aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación	0.88
12	Fortalecer el programa de contingencias atmosféricas	0.88
5	Desarrollar e implementar el plan de reducción de emisiones de las fuentes fijas de jurisdicción federal del Estado de Nuevo León	0.86
2	Implementar el programa de reducción de emisiones a la atmósfera en fuentes fijas prioritarias del Estado de Nuevo León	0.85
10	Disminución de emisiones de COV en almacenamiento y distribución de combustibles	0.83
14	Establecer un programa de comunicación y difusión de la calidad del aire	0.82
9	Fortalecer la regulación de los establecimientos comerciales y de servicios en el Estado	0.80
15	Elaborar un programa de educación en calidad del aire	0.80
1	Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales	0.78
17	Actualizar el inventario de emisiones a la atmósfera	0.75
16	Conformar un Comité Técnico para el seguimiento y evaluación del ProAire de Nuevo León	0.72









# CAPÍTULO 7

# FUENTES DE FINANCIAMIENTO











# 7. Fuentes de financiamiento

Existen diversas opciones de fuentes de financiamiento a nivel internacional y nacional para ejecutar programas o acciones que estén encaminadas a la reducción de contaminantes. El presente capítulo es una guía práctica que contiene un listado de instituciones a nivel nacional e internacional que financian acciones de mejora del ambiente y para las cuales la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León puede tener acceso para el desarrollo de las acciones descritas en el ProAire.

Estas fuentes de financiamiento pueden ser aplicables para diversas áreas, tales como la implementación de proyectos de infraestructura, capacitación, tecnologías de reducción de emisiones en pequeñas y medianas industrias, transporte, entre otras. A continuación se presenta una relación de los mecanismos de financiamiento, así como una breve descripción de los alcances y tipo de apoyo a los que se puede tener acceso para cada una de las iniciativas o dependencias internacionales.









# 7.1 Fondos internacionales

Existen múltiples instituciones internacionales cuyo objetivo es apoyar al desarrollo de los países. Específicamente, con relación a las iniciativas mundiales de la reducción de emisiones, estas instituciones han creado fondos concretos con el fin de asistir a diversos países en el desarrollo e implementación de sus iniciativas.

Uno de los beneficios que existen, derivado de la posición geográfica del Estado de Nuevo León, es el acceso que puede tener la Secretaría de Desarrollo Sustentable a fondos provenientes de los tratados con Estados Unidos de América (USA, por sus siglas en inglés). Por lo cual los estados de México que tienen colindancia territorial con USA tienen una cartera más extensa de oportunidades para la ejecución de proyectos que deriven en un beneficio binacional.

A continuación se enlistan las más relevantes:

# 7.1.1 Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID)

La Agencia para el Desarrollo Internacional es una agencia del gobierno de los Estados Unidos que se encarga de administrar programas de cooperación y asistencia en 80 países alrededor del mundo, incluido México. USAID apoya temas relevantes como el crecimiento económico, la salud, la educación, la democracia, la agricultura, la prevención de conflictos y provee asistencia humanitaria en caso de desastres.









En México, USAID anualmente cuenta con un presupuesto de \$28 millones de dólares. El objetivo principal de la Agencia es desarrollar opciones de cooperación para el desarrollo de los países con la finalidad de responder a necesidades y problemas comunes.

En el periodo de 2003 a 2008, el programa de USAID apoyó iniciativas mexicanas en áreas como el manejo de recursos naturales, fuentes alternativas de energía, producción más limpia, así como control y prevención de incendios forestales.

USAID colabora con una gama de organizaciones mexicanas y norteamericanas incluyendo: gobierno federal, estatal y local, ONGs, y el sector privado.

## 7.1.2 Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)

La COCEF, en coordinación con el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) apoya el mejoramiento de las condiciones ambientales de la región fronteriza México-Estados Unidos con el fin de impulsar el bienestar de los habitantes de ambos países.

La COCEF trabaja en coordinación con el BDAN y otras dependencias fronterizas tales como instituciones federales, estatales y municipales, el sector privado y la sociedad civil, para identificar, desarrollar, certificar y ejecutar proyectos de infraestructura ambiental, en cinco sectores clave:

- i. Aqua y drenaje
- ii. Residuos sólidos
- iii. Calidad del aire
- iv. Eficiencia energética
- v. Nuevos sectores









### 7.1.3 Banco Mundial (World Bank)

El Banco Mundial cuenta con varias iniciativas enfocadas a la reducción de emisiones provenientes de diversas fuentes.

Existe una institución afiliada al Banco Mundial ocupada de las iniciativas del sector privado, denominada Corporación Financiera Internacional (International Finance Corporation o IFC). El IFC otorga préstamos, capital accionario, financiamiento estructurado e instrumentos de gestión de riesgos, y presta servicios de asesoría para fortalecer el sector privado en los países en desarrollo.

Los fondos asociados con esta institución son:

- a. Fondo de Tecnología Limpia.
- b. Fondo Estratégico sobre Clima.
- c. Apoyo al Desarrollo de Infraestructura Verde.

## 7.1.4 Global Environment Facility (GEF)

Alianza de 178 países, instituciones internacionales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado para atender asuntos ambientales mediante el apoyo para el desarrollo de iniciativas de desarrollo sustentable. Ofrece fondos para proyectos dentro de seis áreas diferentes:

- a. Biodiversidad,
- b. Cambio climático,
- c. Aguas internacionales,
- d. Degradación del suelo,
- e. Capa de ozono y
- f. Contaminantes orgánicos persistentes.

El GEF es la institución que más proyectos ha fondeado para mejorar el medio ambiente. Desde 1991, ha apoyado a países en desarrollo y países en transición otorgando \$ 8.26 billones de dólares en préstamos y co-financiado más de 2,200 proyectos en más de 165 países. Sus fondos asociados son:

- a. Fondo para el Medio Ambiente Mundial
- b. Fondo de Adaptación









## 7.1.5 GEF-Sustainable Transport and Air Quality Project (STAQ)

El GEF tiene una derivación en la cual apoya el desarrollo de proyectos de transporte sustentable y calidad del aire. El GEF-STAQ asiste a agencias seleccionadas para desarrollar los siguientes proyectos:

- a. Reducir gases de efecto invernadero a través de promover reducciones de emisiones y de consumo de energéticos de diferentes modos de transporte.
- b. Promover la implementación de políticas y marcos de referencia para regulaciones de sistemas de transporte sustentable.

La duración de los proyectos puede variar dependiendo su alcance y los objetivos para los cuales se han solicitado los fondos.

### 7.1.6 Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

El BID facilita el acceso a México a fondos que se pueden emplear para contratar servicios de consultoría, compra de bienes necesarios para llevar a cabo estudios u otras actividades relacionadas con la preparación de proyectos que resulten en asistencia técnica, preparación de documentos de proyecto, estudios de viabilidad, proyectos demostrativos, proyectos piloto, programas de inversión, creación de alianzas, entrenamiento y difusión de conocimientos.

El único requisito para acceder a estos fondos es el estar constituido como Secretaría de Gobierno, autoridad nacional designada, agencias de planeación, corporaciones públicas y privadas, gobiernos estatales y municipales, desarrolladores de proyectos, organismo no Gubernamental (ONGs) e instituciones académicas. La elegibilidad de estos fondos requiere:

- a. consistencia con los principios de la iniciativa y las estrategias de largo plazo del país;
- b. evidencia financiera de la viabilidad en el mercado:
- c. apropiación del proyecto por el dueño del mismo, ya sea el país o un cliente;
- d. grado de innovación y valor añadido;
- e. sustentabilidad institucional y ambiental;
- f. grado de coordinación y sinergias con otros fondos;
- g. alianzas público-privadas, y
- h. coordinación con donantes.









Las modalidades de financiamiento son dos: apoyos no reembolsables para cooperación técnica o inversiones y apoyos reembolsables (créditos).

## 7.1.7 Banco Europeo de Inversiones (BEI)

Es un banco de préstamo a largo plazo de la Unión Europea (UE), el cual presta dinero a los sectores público y privado para proyectos de interés europeo, como por ejemplo: proyectos de cohesión y convergencia de las regiones de la UE; apoyo a pequeñas y medianas empresas; programas de sustentabilidad del medio ambiente; investigación, desarrollo e innovación; trasporte y energía.

El BEI ejerce su actividad en la UE y en 140 países del mundo con los que la UE mantiene un Acuerdo de Cooperación. El BEI también apoya al desarrollo sustentable en países asociados y es el accionista mayoritario del Fondo Europeo de Inversiones.

# 7.1.8 KFW Development Bank - Banco de Desarrollo Alemán

Surge desde el Gobierno Federal Alemán para el cumplimiento de metas en del desarrollo de políticas y cooperación internacional desde hace más de 50 años. El Banco financia proyectos y programas en países desarrollados o con economías emergentes en sus etapas de concepción, ejecución y monitoreo.

Los proyectos que apoyados por el organismo deben ser enfocados a combatir la pobreza, mantener la paz y proteger el ambiente.

#### 7.1.9 Fondo Verde

La misión de Fondo Verde es la de contribuir a la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente desde la justicia y solidaridad, participando en la ejecución y administración de proyectos estratégicos de desarrollo ambiental en el ámbito local, nacional e internacional.









El Fondo Verde se propone promover, participar, estimular e intervenir en iniciativas de carácter ambiental con el fin de potenciar y desarrollar estilos de vida sostenibles.

El Fondo Verde quiere ser reconocido como una organización líder y consolidada en materia ambiental, comprometida con el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el manejo sostenible de los recursos naturales en un mundo donde los pueblos vivan en igualdad y dignidad y en armonía con la naturaleza.

Para ello, pone a disposición las mejores capacidades profesionales para garantizar altos niveles de eficiencia en sus actuaciones a la vez que adquiere un fuerte compromiso con todos sus grupos de interés para el cumplimiento de su misión.

# 7.2.0 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Americanos (US EPA)

En años recientes, entre el 40 y el 50 por ciento de los presupuestos decretados han brindado apoyo directo a través de subvenciones para programas ambientales en los estados.

Los fondos concesionarios de la EPA a los estados, instituciones sin fines de lucro y educacionales respaldan las investigaciones de alta calidad que mejorarán las bases científicas para decisiones sobre asuntos del medio ambiente nacional y ayudan a la EPA a lograr sus metas.









## 7.2 Fondos nacionales

En México se han desarrollado fondos enfocados en el apoyo económico para el desarrollo de actividades destinadas a la mejora de cada sector dirigido a la reducción de emisiones.

Algunas de las instituciones más relevantes en administrar estos recursos en México son:

## 7.2.1 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

El CONACYT ha apoyado a diversas instituciones académicas en el desarrollo y fortalecimiento de capacidades para diversos actores. Los fondos en los cuales se puede aplicar para el fortalecimiento de proyectos ambientales son:

- i. Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECyT),
- ii. Fondo Avance de Programa de Estímulos Fiscales,
- iii. Programas de Estímulos para la Innovación, y
- iv. Fondos Sectoriales de Energía

## 7.2.2 Banobras (FONADIN)

El Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) promueve y fomenta la participación de los sectores privado, público y social en el desarrollo de la infraestructura del país, a través del otorgamiento de apoyos recuperables y no recuperables que mejoren la capacidad de los proyectos para atraer financiamiento. Para ello, el FONADIN apoya en las etapas de planeación, diseño y construcción de los proyectos que se desarrollan mediante esquemas de asociaciones público-privadas.

El día 7 de febrero del 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se ordena la creación del Fideicomiso Fondo Nacional de Infraestructura, nombrando como fiduciario al Banco Nacional de Obras y









Servicios Públicos, S.N.C.. Este Fondo se constituyó con los recursos provenientes del Fideicomiso de Apoyo al Rescate de Autopistas Concesionadas (FARAC) y del Fondo de Inversión en Infraestructura (FINFRA). En total, los recursos del Fondo sumaron en un principio \$40 mil millones, y se espera que con la realización de los activos con que cuenta, en los próximos tres años pueda canalizar recursos hasta por \$270 mil millones de dólares.

Son sujetos de apoyo tanto entidades del sector público como del sector privado. En el primer caso, tanto las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal como los gobiernos estatales y municipales son sujetos de recibir apoyos del FONADIN. En cuanto al sector privado, el sector atendido está comprendido por personas morales que sean beneficiarias de concesiones, permisos o contratos que permitan asociaciones público-privadas.

Dichos apoyos pueden otorgarse bajo la modalidad de apoyos recuperables y no recuperables. Los apoyos recuperables incluyen el financiamiento para estudios y asesorías, garantías (de crédito, bursátiles, de desempeño y de riesgo político), créditos subordinados y/o convertibles (a empresas beneficiarias del sector privado) e incluso aportaciones de capital. Los apoyos no recuperables pueden ser aportaciones o subvenciones.

Los principales objetivos del FONADIN son:

- i. Apoyar el desarrollo del Programa Nacional de Infraestructura
- ii. Maximizar y facilitar la movilización de capital privado a proyectos de infraestructura
- iii. Tomar riesgos que el mercado no está dispuesto a asumir
- iv. Hacer bancables proyectos con rentabilidad social y/o con baja rentabilidad económica
- v. Obtener y/o mejorar las condiciones de los financiamientos de largo plazo para el desarrollo de proyectos

El FONADIN apoya proyectos de los siguientes sectores:

- i. Carreteras
- ii. Puertos
- iii. Aeropuertos
- iv. Ferrocarriles
- v. Transporte Urbano









- vi. Medio Ambiente
- vii. Turismo
- viii. Agua
- ix. Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS).

## 7.2.3 Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo

El Programa Federal de Apoyo al Trasporte Masivo es uno de los instrumentos del Fondo Nacional de Infraestructura para apoyar el financiamiento de proyectos de inversión en transporte urbano masivo, así como para impulsar el fortalecimiento institucional de planeación, regulación y administración de los sistemas de transporte público urbano.

Los objetivos que consigue el Programa son los siguientes:

- i. Impulsar el desarrollo de las ciudades contribuyendo a solucionar el crónico deterioro de la movilidad urbana, mejorando la calidad de vida de sus habitantes e incrementando su productividad y competitividad.
- ii. Promover la planeación del desarrollo urbano y metropolitano atendiendo a políticas y proyectos de vialidad y transporte urbano sustentable para alcanzar el mejor arreglo posible en el transporte, la mayor satisfacción de la población que atiende y la minimización de las externalidades negativas (pérdidas de tiempo masivas, contaminación, accidentes, entre otras).
- iii. Apoyar el desarrollo integral de sistemas de transporte público sustentables, eficientes, seguros, cómodos y con tarifas accesibles que generen ahorros en costos de operación y tiempo de traslado a los usuarios.
- iv. Beneficiar principalmente a la población de menores ingresos con transporte masivo que favorezca su accesibilidad e inclusión social.
- v. Respaldar las políticas de uso eficiente de la energía, con proyectos de transporte masivo y racionalización del uso de automóviles.
- vi. Movilizar el capital privado en proyectos de inversión en transporte urbano masivo que sean financieramente viables, con el apoyo de recursos públicos (federal, estatal, municipal).

Los apoyos que otorga el FONADIN para el desarrollo de proyectos de transporte masivo a entidades públicas federales, estatales o municipales, así como a concesionarios, son los siguientes:









- a. Apoyos para Estudios.
- b. Créditos o recursos a fondo perdido para la elaboración de Estudios.
- c. Apoyos para la inversión en Proyectos.
- d. Aportaciones Recuperables y No Recuperables, según lo requiera el proyecto.
- e. Apoyos para financiar inversión en equipos de transporte masivo, sus talleres y depósitos a través de deuda subordinada, capital o garantías, según lo requiera el proyecto.

Los proyectos de transporte masivo comprenden la inversión en:

- a. La infraestructura con sus instalaciones fijas.
- b. Derechos de vía.
- c. Obra pública o concesionada de las vías férreas o carriles exclusivos.
- d. Paradores, estaciones y terminales.
- e. Electrificación, sistemas de señales y comunicaciones y control.

### 7.2.4 Nacional Financiera (NAFIN)

NAFIN ha impulsado en los últimos años proyectos que están enfocados a atender el problema de contaminación ambiental de una forma integral. Tal es el caso del Programa de Apoyo a Proyectos Sustentables, el cual es un producto que brinda apoyo financiero a largo plazo a empresas que promuevan proyectos orientados al uso y conservación sustentable de los recursos naturales, a fin de disminuir la contaminación de la atmósfera, aire, agua y fomento del ahorro y uso eficiente de energía.

Este Programa da cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo, que establece que se promoverá una mayor participación de todos los órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto a fin de que la sustentabilidad sea un criterio rector en el fomento de las actividades productivas y en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas que se incorporen consideraciones de impacto y riesgo ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales.

## 7.2.5 Programa de liderazgo ambiental para la competitividad - PROFEPA









Es un programa del Gobierno Federal de México que surge desde el año 2011 y está dirigido principalmente a empresas dedicadas a actividades de manufactura y/o transformación. A través de la metodología Liderazgo Ambiental para la Competitividad se busca mejorar el desempeño de las empresas en sus procesos de producción, mediante la reducción del consumo de agua, energía y materiales, evitando emisiones, residuos y descargas de contaminantes.

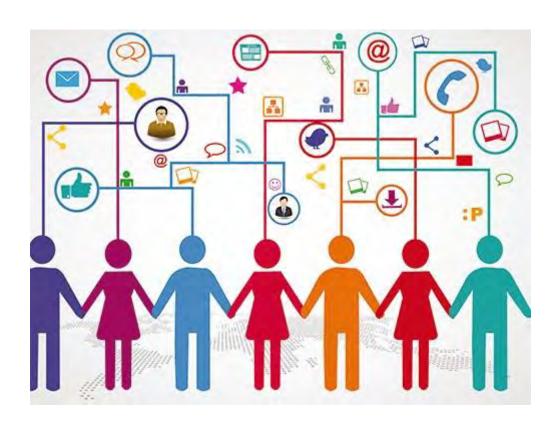








## FUENTES DE INFORMACIÓN











### Fuentes de información

Borja, V.H., Olaiz, G., Torres, V.M. & Rosales, J.A. Los efectos agudos del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos. Salud pública de México, 544-555, 2001.

Lepeule J., Laden F., Dockery D. y Schwartz J., 2012. Chronic Exposure to Fine Particles and Mortality: An Extended Follow-up of the Harvard Six Cities Study from 1974 to 2009. Environmental Health Perspectives, volume 120, number 7.

López Villegas M. T. y Rivas Pérez Ingrid (2014). Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las  $PM_{2.5}$  en tres zonas metropolitanas mexicanas. INECC.

Stevens, G. A., M. Zuk, L. Rojas Bracho y J. K. Hammitt. **2008. Capítulo 3 "The benefits and costs of reducing sulfur in Mexican diesel fuels", de la thesis "Environment and health in transition in Mexico: risk assessment and economic <b>evaluation".** Boston, Harvard School of Public Health.

INE, Instituto Nacional de Ecología 2011 (ahora INECC). Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica. Instituto Nacional de Ecología. Disponible en el sitio

Web:

http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv\_pub=682&tipo\_file =pdf&filename=682

INECC. Diagnóstico de la medición de la calidad del aire en México. 60 años monitoreando la calidad del aire. Marzo 2012, México.

INECC. Cuarto Almanaque y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (200-2009). 1er. Edición, 2011, México. ISBN: 978-607-7908-58-6.

Organización Panamericana de la Salud. (2000). La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Washington, D.C.: OPS.









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

SEMARNAT. Manual para la elaboración y uso de inventarios de emisiones. Mayo de 2008

SEMARNAT, DGGCARETC. Guía para la elaboración de programa de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire), versión 1.0. 1era. edición, México, 2013.

SEMARNAT, DGGCARETC. Guía para establecer programas de verificación vehicular en los estados y municipios. México, D.F. 2007.

Tenías Burillo, J., & Ballester Díez, F. (2009). Impacto de la contaminación atmosférica en la salud de los ciudadanos. Ecosostenible, 17-26.

Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Nuevo León. Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000.

Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Nuevo León. Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 2008-2012.

## Páginas web consultadas

ASENL. Auditoría Superior del Estado de Nuevo León

Ley de egresos para el Estado de Nuevo León para el Ejercicio 2014. [en línea]. México, [fecha de consulta: 1 de junio de 2015]. Disponible en: file:///C:/Users/Tania/Documents/Trabajo/Monterrey/PROAIRE/LEY%20 DE%20EGRESOS%20DEL%20ESTADO%20DE%20NUEVO%20LE%C3%9 3N%20PARA%20EL%20EJERCICIO%202014.pdf>

file:///C:/Users/Tania/Documents/Trabajo/Monterrey/PROAIRE/LEY%20 DE%20EGRESOS%20DEL%20ESTADO%20DE%20NUEVO%20LE%C3%9 3N%20PARA%20EL%20EJERCICIO%202014.pdf>









#### CEFP. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas.

Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación 2015: Recursos Identificados para el Estado de Nuevo León [en línea]. México, [fecha de consulta: 1 de junio de 2015]. Disponible en:
 <a href="http://www.cefp.gob.mx/edospef/2015/ppef2015/nl.pdf">http://www.cefp.gob.mx/edospef/2015/ppef2015/nl.pdf</a>

#### BANXICO. Banco de México

Tipos de cambio y resultados históricos de las subastas. CF372 - Serie histórica diaria del tipo de cambio. Período: 02/01/2014 - 31/12/2014, Diaria, Pesos por Dólar, Tipo de Cambio. [fecha de consulta: 1 de junio diciembre de 2015].
<a href="http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF372&sector=6&locale=es">do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF372&sector=6&locale=es</a>

#### BLS. Bureau of Labor Statistics

- CPI Inflation Calculator. [fecha de consulta: 1 de junio de 2015]. <a href="http://data.bls.gov/cgi-bin/cpicalc.pl?cost1=1.00&year1=2010&year2=2014">http://data.bls.gov/cgi-bin/cpicalc.pl?cost1=1.00&year1=2010&year2=2014</a>

#### DOF. Diario Oficial de la Federación. http://www.dof.gob.mx

- NOM-020-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. [Fecha de consulta: 6 enero del 2015].

<a href="http://www.dof.gob.mx/nota">http://www.dof.gob.mx/nota</a> detalle.php?codigo=5356801&fecha=19/08/2014>

- NOM-021-SSA1-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). [Fecha de consulta: 6 enero del 2015].
  - <a href="http://dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=4661315&fecha=18/01/1994">http://dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=4661315&fecha=18/01/1994</a>>
- NOM-022-SSA1-2010. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). [Fecha de consulta: 6 enero del 2015].
  - <a href="http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4149/salud1/salud1.htm">http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4149/salud1/salud1.htm</a>









- NOM-023-SSA1-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ). [Fecha de consulta: 6 enero del 2015].
  - <a href="http://dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=4780125&fecha=23/12/1994">http://dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=4780125&fecha=23/12/1994</a>
- NOM-025-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. [Fecha de consulta: 6 enero del 2015].
   <a href="http://www.dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014">http://www.dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014</a>>
- NOM-0156-SEMARNAT-2012. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012. Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. [Fecha de consulta: 6 enero del 2015].
   <a href="http://www.dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=5259464&fecha=16/07/2012">http://www.dof.gob.mx/nota\_detalle.php?codigo=5259464&fecha=16/07/2012</a>>

#### EPA. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

- America's Children and the Environment, Third Edition, 2013. [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2014].
   <a href="http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/ace3">http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/ace3</a> 2013.pdf
- Efectos de los contaminantes comunes del aire, 2008. [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2014].
   <a href="http://www.epa.gov/airnow/health-prof/EPA-poster-Spanish-2008.pdf">http://www.epa.gov/airnow/health-prof/EPA-poster-Spanish-2008.pdf</a>
- Environmental Benefits Mapping and Analysis Program Community Edition User's Manual, 2015. [fecha de consulta: 1 de junio diciembre de 2015].
  - <a href="http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/benmap-ce\_user\_manual\_march\_2015.pdf">http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/benmap-ce\_user\_manual\_march\_2015.pdf</a>

#### IHME. Institute for Health Metrics.

 Visualización de datos de salud globales de 2013 [fecha de consulta: 1 de septiembre del 2015]. Disponible en: http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/arrow









INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

- Guías de monitoreo atmosférico. [fecha de consulta: 8 de enero de2015]. <a href="http://sinaica.ine.gob.mx/quias monitoreo.html">http://sinaica.ine.gob.mx/quias monitoreo.html</a>>

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013. [fecha de consulta: 4 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.inegi.org.mx/prod\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2013/AEGPEF\_2013.pdf">http://www.inegi.org.mx/prod\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2013/AEGPEF\_2013.pdf</a>>
- Censo de población y vivienda, 2010 [fecha de consulta: 5 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/censos/cpv2010/PT.asp?s=est&c=27770&proy=cpv10\_pt">http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/censos/cpv2010/PT.asp?s=est&c=27770&proy=cpv10\_pt</a>>
- Consulta interactiva: Mortalidad general, 2013. [fecha de consulta: 4 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general\_ver4/MDXQueryDat\_os.asp?proy=mortgral\_mg">http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general\_ver4/MDXQueryDat\_os.asp?proy=mortgral\_mg</a>>
- Panorama Sociodemográfico de México, 2011 [fecha de consulta: 5 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.inegi.org.mx/prod\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora\_socio/nl/Panorama\_NL.pdf">http://www.inegi.org.mx/prod\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora\_socio/nl/Panorama\_NL.pdf</a>>
- PIB y Cuentas Nacionales, 2013. [fecha de consulta: 1 de junio del 2015]. Disponible en:
  - < http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/ee/ >
- Síntesis de información Geográfica del estado de Nuevo León; Anuario Estadístico del estado de Nuevo León; Continuo Nacional Topográfico S. II escala 1:250,000; y, Conjuntos Geológicos G14 y F14 escala 1:1, 000,000, Carta de Climas 1:1, 000,000. [fecha de consulta: 4 de enero del 2015]. Disponible en:
  - <a href="http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geografia/default.aspx">http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geografia/default.aspx</a>>

#### OMS. Organización Mundial de la Salud

- Urban outdoor air pollution database, 2011. [fecha de consulta: 1 de junio de 2015].
  - < http://www.who.int/gho/phe/outdoor\_air\_pollution/exposure/en/>









#### SEDESU. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León

- Datos generales del Sistema de Monitoreo Ambiental (SIMA). [fecha de consulta: 6 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://archivo.nl.gob.mx/?P=sima">http://archivo.nl.gob.mx/?P=sima</a> metropolitano>
- Programas de difusión y educación ambiental. [fecha de consulta: 6 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable">http://www.nl.gob.mx/desarrollosustentable</a>>
- Reporte de la Calidad del aire. [fecha de consulta: 4 de enero del 2015]. Disponible en:
  - <a href="http://www.nl.gob.mx/servicios/reporte-de-la-calidad-del-aireq1q1q">http://www.nl.gob.mx/servicios/reporte-de-la-calidad-del-aireq1q1q</a>
- Dirección de Imagen y Educación Ecológica de SEDESU. [fecha de consulta: 8 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.nl.gob.mx/dependencias/desarrollosustentable/Dirección%20de%20Imagen%20y%20Educación%20Ecológica/responsabilidades">http://www.nl.gob.mx/dependencias/desarrollosustentable/Dirección%20de%20Imagen%20y%20Educación%20Ecológica/responsabilidades</a>>
- Programas de inspección y vigilancia y educación ambiental y monitoreo de la calidad del aire. [fecha de consulta: 8 de enero del 2015].
   Disponible en:
   <a href="http://www.nl.gob.mx/programas/inspeccion-vigilancia-y-educacion-vigilancia
- Campaña de medición de ozono en el Área Metropolitana de Monterrey. [fecha de consulta: 10 de enero del 2015]. Disponible en: < <a href="http://www.nl.gob.mx/noticias/inicia-estado-campana-de-medicion-de-ozono-en-el-area-metropolitana-de-monterrey">http://www.nl.gob.mx/noticias/inicia-estado-campana-de-medicion-de-ozono-en-el-area-metropolitana-de-monterrey</a>>
- Taller de participación ciudadana para el plan maestro de ciclo rutas. [fecha de consulta: 14 de enero del 2015]. Disponible en: < <a href="http://www.nl.gob.mx/noticias/inicia-estado-talleres-de-participacion-ciudadana-para-conformar-un-plan-maestro-de-ciclo">http://www.nl.gob.mx/noticias/inicia-estado-talleres-de-participacion-ciudadana-para-conformar-un-plan-maestro-de-ciclo</a>
- Página principal SEDESU, 31 de enero de 2011. [fecha de consulta: 16 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.nl.gob.mx/publicaciones/atlas-del-potencial-eolico-de-nuevo-leon">http://www.nl.gob.mx/publicaciones/atlas-del-potencial-eolico-de-nuevo-leon</a>>

#### SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

ambientales-y-monitoreo-de-la-calidad-del-aire-0>

- Inventario Nacional de Emisiones de México, 2005 [en línea]. México, [fecha de consulta: 29 de diciembre 2014]. Disponible en:









- <a href="http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/">http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/</a> Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx>
- Inventario Nacional de Emisiones de México, 2008 [en línea]. México, [fecha de consulta: 29 de diciembre 2014]. Disponible en: <a href="http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx">http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx</a>>

#### DIVERSOS MEDIOS DE DIFUSIÓN

- Página web: Periódico "El Horizonte", 15 de mayo de 2014. [fecha de consulta: 2 de enero del 2015]. Disponible en: <a href="http://elhorizonte.mx/a/noticia/485300">http://elhorizonte.mx/a/noticia/485300</a>>
- Página web: Portal Oficial Grupo Legislativo PAN, 14 de mayo de 2014.
   [fecha de consulta: 6 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.hcnl.gob.mx/glpan/2014/05/aprueba-congreso-local-solicitar-estrategias-para-combatir-la-contaminacion.php">http://www.hcnl.gob.mx/glpan/2014/05/aprueba-congreso-local-solicitar-estrategias-para-combatir-la-contaminacion.php
- Página web: Periódico "Progreso", 07 de mayo de 2014. [fecha de consulta: 2 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://www.proceso.com.mx/?p=371650">http://www.proceso.com.mx/?p=371650</a>>
- Página web: Periódico: "Sexenio Nuevo León", 10 de febrero de 2014. [fecha de consulta: 8 de enero del 2015]. Disponible en: <a href="http://www.sexenio.com.mx/nuevoleon/articulo.php?id=21918">http://www.sexenio.com.mx/nuevoleon/articulo.php?id=21918</a>>
- Página web: Periódico "Hora Cero", 11 de abril de 2013. [fecha de consulta: 6 de enero del 2015]. Disponible en: < <a href="http://www.horacero.com.mx/nacional/supervisan-calidad-de-aire-en-pedreras-de-nuevo-leon/">http://www.horacero.com.mx/nacional/supervisan-calidad-de-aire-en-pedreras-de-nuevo-leon/</a>>
- Página web "Pueblo bicicletero.org", 31 de Octubre de 2012. [fecha de consulta: 6 de enero del 2015]. Disponible en: <a href="http://www.pueblobicicletero.org/2012/10/calidad-aire-salud-monterrey/">http://www.pueblobicicletero.org/2012/10/calidad-aire-salud-monterrey/</a>> [fecha de consulta: 5 de enero del 2015].
- Página web: Info 7, 25 de Septiembre de 2007. [fecha de consulta: 6 de enero del 2015]. Disponible en:
   <a href="http://info7.mx/a/noticia/1057">http://info7.mx/a/noticia/1057</a>>









- Empresa Dinamia. Encuesta de percepción de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey. [fecha de consulta: 2 de enero del 2015]. Disponible en:
  - <http://dinamia.com.mx/wpcontent/uploads/2014/08/Encuesta CA Mty -2.pdf>

### Glosario

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

Área Natural Protegida. Son porciones del territorio nacional, terrestres o acuáticas, representativas de los diferentes ecosistemas en donde el ambiente original no ha sido modificado en su esencia por la actividad del hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo.

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

Autoridades ambientales municipales. Refiere a las direcciones de ecología o medio ambiente de cada uno de los municipios del estado de Nuevo León.

Autorregulación. Establecimiento de medidas voluntarias encaminadas a un mejor desempeño ambiental, enfocadas a fuentes fijas y/o al sector transporte.

Banco de materiales. Sitio donde se pueden extraer minerales no concesionales.

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.

Contaminante criterio: Ciertos contaminantes conocidos como dañinos para la salud humana presentes en el aire y que constituyen los principales parámetros de la calidad del aire (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, material particulado, ozono, otros).

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

Convertidor catalítico. Dispositivo para abatir emisiones de contaminantes producidos en los escapes de los vehículos automotores.

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

Estaciones de servicio. Establecimientos que expenden combustibles: gasolina, diésel y aceites.

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 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

Gestión ambiental: Proceso administrativo mediante la fijación de metas, la planificación, y la aplicación de mecanismos jurídicos para prevenir y corregir el deterioro ambiental.









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.

Minerales no concesionales. Los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto y que no son concesionales por el Gobierno Federal.

Monitoreo. Medición periódica para determinar los niveles de contaminación en varios medios.

Ordenamiento ecológico. Es un instrumento de planeación cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos

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

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

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

Vehículos ostensiblemente contaminantes. Vehículo automotor que en su circulación es visible la emisión de contaminantes que pueden rebasar los límites permisibles por la normatividad ambiental.

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









## Siglas y acrónimos

AET Agencia Estatal de Transporte de Nuevo León

AGEB Área Geoestadística Básica

AMM Área Metropolitana de Monterrey

BDAN Banco de Desarrollo de América del Norte

BEI Banco Europeo de Inversiones

BID Banco Interamericano de Desarrollo

CANADEVI Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción

de Vivienda

CANACAR Cámara Nacional de Autotransporte de Carga

CNP Comité Núcleo del ProAire

CO Monóxido de carbono

COA Cédula de Operación Anual

COCEF Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza

COFEPRIS Comisión Federal para la Protección contra Riesgos

Sanitarios

CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

COV Compuestos orgánicos volátiles

DOF Diario Oficial de la Federación

DGGCARETC Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y

Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

ENSANUT Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

FONADIN Fondo Nacional de Infraestructura

FORDECyT Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo

Científico, Tecnológico y de Innovación

GEF Global Environment Facility









ICA Índice de la Calidad del Aire

IFC International Finance Corporation

IMSS Instituto Mexicano del Seguro Social

INECC Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

INEM Inventario Nacional de Emisiones de México

IRA Infecciones Respiratorias Agudas

ISSSTF Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los

Trabajadores del Estado

ITESM Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

LGEEPA Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al

Ambiente

LMP Límite Máximo Permisible

NAFIN Nacional Financiera

NH<sub>3</sub> Amoniaco

NO<sub>2</sub> Bióxido de nitrógeno

NOM Norma Oficial Mexicana

NOx Óxidos de nitrógeno

O<sub>3</sub> Ozono

OMS Organización Mundial de Salud

ONG Organismos No Gubernamentales

PEACC Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático

PEMEX Petróleos Mexicanos

PIB Producto Interno Bruto

PM<sub>10</sub> Partículas menores a 10 micrómetros

PM<sub>2.5</sub> Partículas menores a 2.5 micrómetros

ProAire Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire

PROFEPA Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PST Partículas Suspendidas Totales

PVV Programa de Verificación Vehicular









RETC Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

SCT Secretaría de Comunicaciones y Transporte

SEDENA Secretaría de la Defensa Nacional

SEDESU Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Nuevo

León

SEDUVI Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda

SEMAR Secretaría de Marina

SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SENER Secretaría de Energía

SEP Secretaría de Educación Pública

SINAICA Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire

SIMA Sistema Integral de Monitoreo Ambiental

SO<sub>2</sub> Dióxido de azufre

SOP Secretaría de Obras Públicas

SSA Secretaría de Salud

SSDU Subsecretaría de Desarrollo Urbano

UANL Universidad Autónoma de Nuevo León

UE Unión Europea

USAID Agencia para el Desarrollo Internacional del gobierno de

Estados Unidos

USEPA Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

Americanos









# **ANEXO A**

INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN, 2013









# Anexo A. Inventario de emisiones a la atmósfera del Estado de Nuevo León, 2013.

Cuadro 13. Inventario de emisiones a la atmósfera del Estado de Nuevo León por categoría.

FUENTES	Emisiones (Mg/año)								
	PM10	PM <sub>2.5</sub>							
FUENTES FIJAS	7,792.5	6,055.2	36,639.8	8,366.2	19,618.5	7,998.3	172.3		
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	272.5	130.6	0.4	71.9	103.3	939.8	1.8		
Almacenamiento de combustibles	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0		
Automotriz	197.3	146.1	1.9	244.7	315.6	448.7	9.3		
Celulosa y papel	64.8	55.0	1.3	181.6	261.2	341.7	6.9		
Cemento y cal	185.7	142.2	1,392.6	354.1	2,941.9	21.1	3.3		
Derivados del petróleo y carbón	3.5	1.6	91.0	2.5	12.6	0.1	0.2		
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	2,614.0	1,608.2	118.7	22.6	37.8	1.4	0.9		
Generación de energía eléctrica	1,418.1	1,389.8	39.3	2,462.7	4,926.6	88.9	13.7		
Impresión	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	145.0	0.0		
Industria de alimentos y bebidas	69.1	27.5	231.1	105.5	168.2	8.4	3.9		
Industria del plástico y hule	14.5	11.4	0.1	8.9	11.3	558.9	0.3		
Industria textil	1.5	1.1	0.0	6.1	7.7	4.9	0.2		









Manejo de desechos y remediación	0.7	0.5	0.4	0.8	2.1	61.8	0.1
Metálico	66.9	54.4	1.0	214.5	360.6	321.8	5.3
Wetaneo	00.7	34.4	1.0	214.5	300.0	321.0	5.5
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	483.6	421.1	173.6	2,483.9	3,226.3	311.7	94.7
Mezclas químicas	0.1	0.1	0.0	0.6	0.7	576.0	0.0
Minerales no metálicos	277.8	176.4	82.8	353.8	828.3	75.9	8.8
Papel y cartón	0.5	0.5	0.0	5.5	6.7	471.1	0.2
Petróleo y petroquímica	1,651.1	1,502.2	30,157.4	1,164.3	3,883.5	690.8	0.0
Pinturas y tintas	29.5	21.2	0.5	23.1	28.9	551.4	0.9
Química	164.8	93.0	4,049.2	298.8	1,266.1	2,355.8	10.1
Tratamiento de residuos peligrosos	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0
Vidrio	276.5	272.2	298.5	360.0	1,228.8	22.5	11.6
FUENTES DE ÁREA	16,476.0	4,423.1	176.4	9,984.4	4,061.0	69,088.0	19,146.3
Actividades de la construcción	2,704.1	562.0	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	4,202.2	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,296.0
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	26.7	NA
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	3,852.4	NA
Asado al carbón	383.5	306.1	NE	763.6	14.1	49.3	NE









#### continuación ...

FUENTES	Emisiones (Mg/año)								
TOLIVILO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH₃		
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	305.7	NA		
Combustión agrícola	165.9	165.9	153.6	510.9	2,383.7	1.6	NE		
Combustión comercial	12.2	12.2	0.5	104.2	271.0	7.9	0.4		
Combustión doméstica	1,092.2	1,053.2	13.8	8,004.4	1,161.9	6,962.9	1.3		
Combustión industrial	10.1	2.7	0.5	50.5	204.7	2.1	7.9		
Emisiones domésticas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,995.8		
Emisiones ganaderas	15.3	1.8	NA	NA	NA	NA	11,839.5		
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	3.7	NA		
Incendios en construcciones	0.2	0.2	NE	3.0	0.1	0.2	NE		
Incendios forestales	60.9	51.7	7.9	547.9	25.7	38.3	5.5		
Labranza agrícola	1,317.2	292.0	NA	NA	NA	NA	NA		
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	550.5	NA		
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	12,586.4	NA		
Manejo y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	3,717.0	NA		
Manejo y distribución de GLP	NA	NA	NA	NA	NA	8,752.1	NA		
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	157.8	NA		
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	1,074.4	NA		
Pintura señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	97.7	NA		









Recubrimiento superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	9,966.8	NA
Recubrimiento superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	1,544.2	NA
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	15,188.1	NA
Caminos no pavimentados	3,354.3	326.4	NA	NA	NA	NA	NA
Caminos pavimentados	876.6	209.6	NA	NA	NA	NA	NA
Emisión erosiva	6,483.5	1,439.3	NA	NA	NA	NA	NA
FUENTES MÓVI LES NO CARRETERAS	64.6	59.3	94.1	1,932.8	2,760.0	233.4	0.1
Aviación	10.1	10.1	67.9	795.9	545.7	114.4	NE
Terminal de autobuses	0.1	0.1	0.3	116.3	46.1	9.9	0.1
Equipos auxiliares en el aeropuerto	2.8	2.7	7.7	814.9	93.4	28.6	NE
Locomotoras	51.6	46.4	18.2	205.7	2,074.8	80.5	NE
FUENTES MÓVILES	772.2	728.4	341.5	285,305.8	35,097.1	27,033.8	1,092.9
Motocicletas	23.4	21.6	6.4	9,816.4	397.0	1,666.7	35.2
Autos particulares y taxis	284.7	262.2	190.6	166,789.9	17,623.7	15,788.0	806.0
Pick up	98.2	91.5	44.8	72,211.5	7,018.3	6,112.7	149.0
Camionetas	41.3	38.5	18.9	30,397.6	2,954.4	2,573.1	62.7
Vehículos menores a 3 Ton	9.8	9.4	5.3	3,177.9	400.7	224.8	9.5
Autobuses	107.8	104.6	16.2	908.1	2,745.8	172.1	11.1
Vehículos mayores 3 Ton y Tractocamiones	206.8	200.6	59.3	2,004.5	3,957.3	496.4	19.5
NATURALES	0.0	0.0	0.0	0.0	68,737.7	146,333.5	0.0
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	68,737.7	146,333.5	NA

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









Cuadro 14. Porcentaje de emisiones a la atmósfera del Estado de Nuevo León por categoría.

FUENTES	Emisiones (Mg/año)								
TOLIVIES	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	СО	NOx	COV	NH <sub>3</sub>		
FUENTES FIJAS	31.0	53.7	98.4	2.7	15.1	3.2	0.8		
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	1.1	1.2	NS	NS	0.1	0.4	NS		
Almacenamiento de combustibles	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
Automotriz	0.8	1.3	NS	0.1	0.2	0.2	NS		
Celulosa y papel	0.3	0.5	NS	0.1	0.2	0.1	NS		
Cemento y cal	0.7	1.3	3.7	0.1	2.3	NS	NS		
Derivados del petróleo y carbón	NS	NS	0.2	NS	NS	NS	NS		
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	10.4	14.3	0.3	NS	NS	NS	NS		
Generación de energía eléctrica	5.6	12.3	0.1	0.8	3.8	NS	0.1		
Impresión	NS	NS	NS	NS	NS	0.1	NS		
Industria de alimentos y bebidas	0.3	0.2	0.6	NS	0.1	0.0	NS		
Industria del plástico y hule	0.1	0.1	NS	NS	NS	0.2	NS		
Industria textil	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
Manejo de desechos y remediación	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
Metálico	0.3	0.5	NS	0.1	0.3	0.1	NS		
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	1.9	3.7	0.5	0.8	2.5	0.1	0.5		
Mezclas químicas	NS	NS	NS	NS	NS	0.2	NS		









1.1	1.6	0.2	0.1	0.6	NS	NS
NS	NS	NS	NS	NS	0.2	NS
6.6	13.3	81.0	0.4	3.0	0.3	NS
0.1	0.2	NS	NS	NS	0.2	NS
0.7	0.8	10.9	0.1	1.0	0.9	NS
NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1.1	2.4	0.8	0.1	0.9	NS	0.1
65.6	39.3	0.5	3.3	3.1	27.6	93.8
				0.1	27.0	75.0
10.8	5.0	NA	NA	NA	NA	NA
10.8 NA						
	5.0	NA	NA	NA	NA	NA
NA	5.0 NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA 1.7	NA NA
NA NA	5.0 NA	NA NA	NA NA	NA NA	1.7 NA	NA NA 11.2
	NS 6.6 0.1 0.7 NS 1.1	NS NS NS 6.6 13.3 0.1 0.2 0.7 0.8 NS NS NS 1.1 2.4	NS NS NS NS 6.6 13.3 81.0 0.1 0.2 NS 0.7 0.8 10.9 NS NS NS 1.1 2.4 0.8	NS         NS         NS         NS           6.6         13.3         81.0         0.4           0.1         0.2         NS         NS           0.7         0.8         10.9         0.1           NS         NS         NS         NS           1.1         2.4         0.8         0.1	NS         NS         NS         NS           6.6         13.3         81.0         0.4         3.0           0.1         0.2         NS         NS         NS           0.7         0.8         10.9         0.1         1.0           NS         NS         NS         NS           1.1         2.4         0.8         0.1         0.9	NS         NS         NS         NS         NS         0.2           6.6         13.3         81.0         0.4         3.0         0.3           0.1         0.2         NS         NS         NS         0.2           0.7         0.8         10.9         0.1         1.0         0.9           NS         NS         NS         NS         NS           1.1         2.4         0.8         0.1         0.9         NS









#### continuación ...

FUENTES	Emisiones (Mg/año)								
FUEINTES	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	СО	NOx	COV	NH <sub>3</sub>		
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	0.1	NA		
Combustión agrícola	0.7	1.5	0.4	0.2	1.8	NS	NA		
Combustión comercial	NS	0.1	NS	NS	0.2	NS	NS		
Combustión doméstica	4.4	9.3	NS	2.6	0.9	2.8	NS		
Combustión industrial	NS	NS	NS	0.0	0.2	NS	NS		
Emisiones domésticas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	24.5		
Emisiones ganaderas	0.1	NS	NA	NA	NA	NA	58.0		
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	NS	NA		
Incendios en construcciones	NS	NS	NA	NS	NS	NS	NA		
Incendios forestales	0.2	0.5	NS	0.2	NS	NS	0.0		
Labranza agrícola	5.2	2.6	NA	NA	NA	NA	NA		
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	0.2	NA		
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	5.0	NA		
Manejo y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	1.5	NA		
Manejo y distribución de GLP	NA	NA	NA	NA	NA	3.5	NA		
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	0.1	NA		
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	0.4	NA		
Pintura señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	NS	NA		
Recubrimiento superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	4.0	NA		
Recubrimiento superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	0.6	NA		
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	6.1	NA		









Caminos no pavimentados	13.4	2.9	NA	NA	NA	NA	NA
Caminos pavimentados	3.5	1.9	NA	NA	NA	NA	NA
Emisión erosiva	25.8	12.8	NA	NA	NA	NA	NA
FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS	0.3	0.5	0.3	0.6	2.1	0.1	NS
Aviación	NS	0.1	0.2	0.3	0.4	NS	NA
Terminal de autobuses	NS	NS	NS	0.0	NS	NS	NS
Equipos auxiliares en el aeropuerto	NS	NS	NS	0.3	0.1	NS	NA
Locomotoras	0.2	0.4	NS	0.1	1.6	NS	NA
FUENTES MÓVILES	3.1	6.5	0.9	93.4	26.9	10.8	5.4
Motocicletas	0.1	0.2	NS	3.2	0.3	0.7	0.2
Autos particulares y taxis	1.1	2.3	0.5	54.6	13.5	6.3	3.9
Pick up	0.4	0.8	0.1	23.6	5.4	2.4	0.7
Camionetas	0.2	0.3	0.1	9.9	2.3	1.0	0.3
Vehículos menores a 3 Ton	NS	0.1	NS	1.0	0.3	0.1	NS
Autobuses	0.4	0.9	NS	0.3	2.1	0.1	0.1
Vehículos mayores 3 Ton y Tractocamiones	0.8	1.8	0.2	0.7	3.0	0.2	0.1
NATURALES	NA	NA	NA	NA	52.8	58.4	NA
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	52.8	58.4	NA

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