



Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California

2018-2027



SPA
BAJACALIFORNIA
SECRETARÍA DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE



SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



DIRECTORIO

Francisco Arturo Vega Lamadrid

**Gobernador Constitucional del
Estado de Baja California**

Enrique Peña Nieto

**Presidente Constitucional de los
Estados Unidos Mexicanos**

Thelma Castañeda Custodio

**Secretaria de Protección al Ambiente del
Estado de Baja California**

Rafael Pacchiano Alamán

**Secretario de Medio Ambiente y
Recursos Naturales**

Efraín Abraham Gutiérrez Galindo

**Subsecretario de Protección al Ambiente
del Estado de Baja California**

Martha Garcíaarivas Palmeros

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

Ana Patricia Martínez Bolívar

**Directora General de la DGGCARETC de la
Secretaría del Medio Ambiente
Recursos Naturales**

Alfonso Orel Blancafort Camarena

**Delegado Federal de la Secretaría del Medio
Ambiente y Recursos Naturales en
Baja California**

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal de las diversas instancias del sector social, privado, académico, ONG's y gubernamental que con su participación, experiencia y conocimientos contribuyeron en los grupos de trabajo para la elaboración de las medidas y acciones que integran el *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California*.

Por su participación para la realización de este programa

Dependencias Estatales

- Instituto de Servicios de Salud Pública
- Secretaría de Desarrollo Social
- Secretaría de Fomento Agropecuario
- Secretaría General de Gobierno
- Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano
- Secretaría de Protección al Ambiente

Sector privado

- CANACINTRA Ensenada
- CANACINTRA Tijuana

Dependencias Federales

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Delegación Baja California
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Delegación Baja California

Dependencias Internacionales

- Agencia de Protección Ambiental de EE.UU

Ayuntamientos

- H. XXII Ayuntamiento de Ensenada
- H. XXII Ayuntamiento de Mexicali
- H. VII Ayuntamiento de Playas de Rosarito
- H. XXII Ayuntamiento de Tecate
- H. XXII Ayuntamiento de Tijuana

Organizaciones, Instituciones Educativas y Organismos Desconcentrados

- CETYS Universidad
- CIMA Consultores
- Consejería Ciudadana
- Instituto de Planeación del Desarrollo Municipal Tecate
- Instituto Metropolitano de Planeación Tijuana
- Observatorio Ciudadano de Baja California
- Renovación Baja Sustentable A.C.
- Tijuana Calidad de Vida A.C.
- Universidad Tecnológica de Tijuana
- Universidad Autónoma de Baja California

Agradecimientos Especiales

Se agradece a los técnicos e investigadores por su participación en el desarrollo y escritura de este programa:

Delegación de Baja California de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT

- Lic. Mariana Miranda Castillo

Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes DGGCARETC, SEMARNAT

- Geo. Pedro Miguel Ramírez Ramírez
- Hidrobiól. Samantha Navarro Apolonio
- Ing. Gloria Yáñez Rodríguez
- Ing. Hugo Landa Fonseca
- Ing. Judith Trujillo Machado
- Ing. Roberto Martínez Verde
- Ing. Sulem E. González Oliva
- Ing. Rodrigo Perrusquía Máximo
- M. I. Daniel López Vicuña

Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California SPABC

- Dr. Margarito Quintero Núñez
- M.C. Saúl Guzmán García

LT Consulting

- M.C. Dzoara Damaris Tejeda Honstein
- M.C. Karla Cervantes Martínez
- M.C. Mauro Alvarado Castillo
- M.C. Miriam López Zenteno
- M.C. María Tania López Villegas
- M.C. Anna Cristhabel Verdugo Álvarez
- Lic. José Efraín Gómez Ramírez
- Lic. Luis de los Santos Amaro
- Lic. Susana Patiño González
- Ing. José Israel Flores Rojas
- Ing. Jessica Denisse Sotelo Solórzano
- Ing. Mayra Nájera Garza

Fotografías

Al ambientalista y fotógrafo Alberto Tapia Landeros por compartir su valiosa galería fotográfica utilizada en este documento.

- Armando Tapia Landeros
- Alberto Tapia Landeros
- Daniel Tapia Hernández
- Rafael Valencia

Diseño

- R&R México

CONTENIDO

DIRECTORIO	II	2.3.3.1 Comportamiento mensual	36
AGRADECIMIENTOS	III	2.3.3.2 Comportamiento durante los días de la semana	39
CONTENIDO	V	2.3.3.3 Comportamiento durante las horas del día	42
CUADROS	VII		
FIGURAS	VIII		
RESUMEN EJECUTIVO	X		
INTRODUCCIÓN	1		
CAPÍTULO 1		CAPÍTULO 3	
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	4	INVENTARIO DE EMISIONES	47
1.1 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA	4	3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INVENTARIO DE EMISIONES PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	47
1.2 ASPECTOS FÍSICOS	5	3.2 RESULTADO DEL INVENTARIO DE EMISIONES	48
1.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	6	3.2.1 Inventario de emisiones por fuente de emisión	48
1.4 TENDENCIA DEL PARQUE VEHICULAR E ÍNDICE DE MOTORIZACIÓN	7	3.2.2 Principales categorías de emisión por contaminante	51
1.5 ASPECTOS LEGALES	9	3.2.2 Principales municipios emisores por categoría	53
CAPÍTULO 2		CAPÍTULO 4	
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE	13	IMPACTOS A LA SALUD	63
2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO	13	4.1 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SUS EFECTOS EN SALUD	64
2.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES	15	4.1.1 Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)	67
2.3 INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE	16	4.1.2 Partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	65
2.3.1 Evaluación del cumplimiento de las NOM	17	4.1.3 Ozono (O ₃)	65
2.3.1.1 Partículas PM ₁₀	17	4.1.4 Bióxido de azufre (SO ₂)	65
2.3.1.2 Partículas PM _{2.5}	20	4.1.5 Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	66
2.3.1.3 Ozono (O ₃)	21	4.1.6 Monóxido de carbono (CO)	66
2.3.1.4 Bióxido de azufre (SO ₂)	24	4.2 PRINCIPALES CAUSAS DE ENFERMEDADES REGISTRADAS EN LA POBLACIÓN DE BAJA CALIFORNIA 2015	67
2.3.1.5 Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	26	4.2.1 Perfil de mortalidad, 2015	67
2.3.1.6 Monóxido de carbono (CO)	27	4.2.2 Perfil de morbilidad, 2015	68
2.3.2 Distribución de días buenos, regulares y malos	29	4.3 IMPACTOS EN LA SALUD POR INCUMPLIR CON LA NOM DE PM _{2.5}	69
2.3.2.1 Distribución de días buenos, regulares y malos para PM ₁₀	29	4.3.1 Metodología de evaluación de los impactos en la salud	69
2.3.2.2 Distribución de días buenos, regulares y malos para PM _{2.5}	31	4.3.2 Resultados de la evaluación de los impactos en la salud	70
2.3.2.3 Distribución de días buenos, regulares y malos para O ₃	31	4.3.3 Valoración económica por incumplir con la NOM de PM _{2.5}	72
2.3.2.4 Distribución de días buenos, regulares y malos para SO ₂	33		
2.3.2.5 Distribución de días buenos regulares y malos para NO ₂	34	CAPÍTULO 5	
2.3.2.6 Distribución de días buenos regulares y malos para CO	35	COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	75
2.3.3 Comportamiento temporal	36	5.1 ACTORES INVOLUCRADOS EN LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE	75

5.2 INTERNET Y REDES SOCIALES	76	Medida 15. Generación de estudios para fortalecer el análisis epidemiológico relacionado con exposición a contaminantes en el aire.	125
5.3 PERCEPCIÓN GENERAL DE LA CIUDADANÍA SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE	77		
5.4 EDUCACIÓN AMBIENTAL	82	6.6 ESTRATEGIA 5. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	127
CAPÍTULO 6		Medida 16. Elaboración de una estrategia de comunicación de riesgos de la contaminación del aire.	127
ESTRATEGIAS Y MEDIDAS	86	Medida 17. Incorporación de la educación ambiental como parte de la ruta de mejora en el sistema educativo del Estado.	130
6.1 INTRODUCCIÓN A ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DEL PROAIRE	86	6.7 ESTRATEGIA 6. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	132
6.1.1 Objetivos	86	Medida 18. Fortalecimiento de la red del sistema de monitoreo atmosférico en el Estado.	132
6.1.2 Estrategias y medidas	87	Medida 19. Actualización del inventario de emisiones a la atmósfera.	135
6.2 ESTRATEGIA 1. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS.	88	Medida 20. Seguimiento y evaluación al ProAire.	137
Medida 1. Fortalecimiento de la regulación de la industria estatal	88	FUENTES DE INFORMACIÓN	
Medida 2. Regulación de las actividades en los bancos de materiales.	91	GLOSARIO	143
Medida 3. Control de emisiones en el sector de energía eléctrica	93	SIGLAS Y ACRÓNIMOS	145
Medida 4. Promoción de acciones de control de emisiones de contaminantes provenientes del sector industrial federal.	96	ANEXO A	146
6.3 ESTRATEGIA 2. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES MÓVILES.	98	FUENTES DE FINANCIAMIENTO	
Medida 5. Impulso de una movilidad sustentable en las principales zonas urbanas del Estado.	98	ANEXO B	154
Medida 6. Mejoramiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.	101	INVENTARIO DE EMISIONES DESAGREGADO POR CATEGORÍA DE EMISIÓN PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	154
Medida 7. Regulación de las actividades de operación de las embarcaciones marinas en puerto.	104	ANEXO C	156
Medida 8. Implementación de un programa de reducción de emisiones generadas por vehículos en cruces fronterizos.	106	INVENTARIO DE EMISIONES POR MUNICIPIO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	156
6.4 ESTRATEGIA 3. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES DE ÁREA.	109		
Medida 9. Regulación de las actividades comerciales y de servicios.	109		
Medida 10. Desarrollo de programa para el control de emisiones de partículas originadas por suelos desprovistos de algún tipo de recubrimiento.	112		
Medida 11. Sustitución de las quemas agrícolas por procedimientos sustentables.	116		
Medida 12. Formulación de un programa para controlar las emisiones al aire provenientes de la actividad ganadera.	118		
Medida 13. Desarrollo de un programa de reducción de emisiones de COV provenientes del almacenamiento y distribución de combustibles.	120		
6.5 ESTRATEGIA 4. PROTECCIÓN A LA SALUD	123		
Medida 14. Elaboración del programa de contingencia atmosférica en el Estado.	123		

CUADROS

Cuadro 1. Sectores de actividad en el Estado de Baja California (INEGI, 2015)	7	Cuadro 21. Principales fuentes de emisión por municipio.	81
Cuadro 2. Competencias federales, estatales y municipales en materia de contaminación atmosférica.	9	Cuadro 22. Actividades que desarrolla la SPABC en educación ambiental.	83
Cuadro 3. Estaciones y parámetros que mide el sistema de monitoreo atmosférico de Baja California, 2006-2015.	13	Cuadro 23. Estrategias y medidas por tipo de fuente contaminante y eje transversal.	90
Cuadro 4. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas.	15	Cuadro 24. Instituciones nacionales que financian proyectos en materia de calidad del aire.	149
Cuadro 5. Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM ₁₀ , 2006 a 2015.	17	Cuadro 25. Resumen de instituciones internacionales que financian proyectos en materia de calidad del aire.	151
Cuadro 6. Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM _{2.5} , 2014 Y 2015.	20		
Cuadro 7. Cumplimiento de la NOM-020-SSA1-2014 de O ₃ , 2006-2015.	22		
Cuadro 8. Cumplimiento de la NOM-022-SSA1-2010 de SO ₂ , 2006-2015.	24		
Cuadro 9. Cumplimiento de la NOM-023-SSA1-2014 de NOx, 2006-2015.	26		
Cuadro 10. Cumplimiento de la NOM-021-SSA1-2014 de CO, 2006-2015.	28		
Cuadro 11. Inventario de emisiones por fuente para el estado de baja california.	48		
Cuadro 12. Porcentaje de partículas PM ₁₀ emitidas por municipio y categoría en el estado de baja california.	53		
Cuadro 13. Porcentaje de partículas PM _{2.5} emitidas por municipio y categoría en el estado de baja california.	54		
Cuadro 14. Porcentaje de gas SO ₂ emitido por municipio y categoría en el estado de baja california.	55		
Cuadro 15. Porcentaje de NOx emitidos por municipio y categoría en el estado de Baja California.	56		
Cuadro 16. Porcentaje de COV emitidas por municipio en el Estado de Baja California.	57		
Cuadro 17. Porcentaje de CO emitidas por municipio en el estado de Baja California.	58		
Cuadro 18. Porcentaje NH ₃ emitidas por municipio en el estado de Baja California.	59		
Cuadro 19. Valores anuales de PM _{2.5} De los escenarios de modelación de los impactos en la salud.	69		
Cuadro 20. Tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cardiopulmonares y cáncer de pulmón en Mexicali y Tijuana en 2015.	70		

FIGURAS

Figura 1. Localización del estado de baja california.	4	Figura 26. Comportamiento de PM_{10} en los días de la semana.	39
Figura 2. Usos de suelo en el estado de baja california.	5	Figura 27. Comportamiento de $PM_{2.5}$ En los días de la semana.	39
Figura 3. Población por entidad federativa durante 2015 en México.	6	Figura 28. Comportamiento de O_3 en los días de la semana.	40
Figura 4. Tendencia de crecimiento de la población del estado de Baja California 2010-2030.	6	Figura 29. Comportamiento de SO_2 en los días de la semana.	40
Figura 5. Tendencia de crecimiento de la flota vehicular en el estado de baja california (1980 - 2015).	7	Figura 30. Comportamiento de NOx en los días de la semana.	41
Figura 6. Tendencia de motorización en el estado de baja california vs. república mexicana.	8	Figura 31. Comportamiento de CO en los días de la semana.	41
Figura 7. Ubicación de las estaciones de monitoreo en baja california.	14	Figura 32. Comportamiento de $PM_{2.5}$ a lo largo del día.	42
Figura 8. Cumplimiento de la NOM de PM_{10} en el periodo 2006-2015.	19	Figura 33. Comportamiento de O_3 a lo largo del día.	42
Figura 9. Cumplimiento de la NOM de $PM_{2.5}$ en el periodo 2014-2015.	21	Figura 34. Comportamiento de SO_2 a lo largo del día.	43
Figura 10. Cumplimiento de la NOM de O_3 en el periodo 2006-2015.	23	Figura 35. Comportamiento de NOx a lo largo del día.	43
Figura 11. Cumplimiento de la NOM de SO_2 en el periodo 2006-2015.	25	Figura 36. Comportamiento de CO a lo largo del día.	44
Figura 12. Cumplimiento de la NOM de NOx en el periodo 2006-2015.	27	Figura 37. Contribución de emisiones por fuente en el estado de baja california.	49
Figura 13. Cumplimiento de la NOM de CO en el periodo 2006-2015.	29	Figura 38. principales fuentes emisoras por tipo de contaminante en el estado de baja california.	50
Figura 14. Distribución de días buenos, regulares y malos de PM_{10} .	30	Figura 39. Jerarquización de las categorías de emisión en el estado de baja california.	51
Figura 15. Distribución de días buenos, regulares y malos de $PM_{2.5}$.	31	Figura 40. Jerarquización de las emisiones por contaminante en el estado de baja california.	52
Figura 16. Distribución de días buenos, regulares y malos de O_3 .	32	Figura 41. Emisión de contaminantes por municipio en el estado de baja california.	60
Figura 17. Distribución de días buenos, regulares y malos de SO_2 .	33	Figura 42. Efectos en la salud de los contaminantes criterio.	67
Figura 18. Distribución de días buenos, regulares y malos de NOx .	34	Figura 43. Las diez principales causas de muerte en baja california.	67
Figura 19. Distribución de días buenos, regulares y malos de CO .	35	Figura 44. Las diez principales causas de enfermedad en baja california.	68
Figura 20. Comportamiento mensual de PM_{10} a lo largo del año.	36	Figura 45. Estación de monitoreo y concentración de $PM_{2.5}$ por AGEb en los municipios de Mexicali y Tijuana.	70
Figura 21. Comportamiento mensual de $PM_{2.5}$ a lo largo del año.	36	Figura 46. Muertes evitables por causa de mortalidad y municipio, y su contribución a la incidencia basal.	71
Figura 22. Comportamiento mensual de O_3 a lo largo de año.	37	Figura 47. Publicación de la calidad del aire en los municipios de Mexicali y Tijuana.	76
Figura 23. Comportamiento mensual de SO_2 a lo largo de año.	37	Figura 48. Sondeos de la percepción de la calidad del aire para el estado de baja california.	77
Figura 24. Comportamiento mensual de NOx a lo largo de año.	38	Figura 49. Edad de los informantes en el sondeo de la percepción de la calidad de aire.	78
Figura 25. Comportamiento mensual de CO a lo largo del año.	38		

Figura 50. Percepción de la calidad del aire en los municipios de tijuana, mexicali y ensenada.	78
Figura 51. Enfermedades que puede causar la calidad del aire.	79
FIGURA 52. Preocupación de la población en el tema de la calidad del aire.	80
Figura 53. Principales medios de transporte que se utilizan en los municipios de tijuana, mexicali y ensenada de acuerdo al sondeo de percepción.	80
Figura 54. Vehículos que contaminan más de acuerdo al sondeo de percepción de calidad del aire.	80
Figura 55. Porcentaje de la población que sabe dónde consultar la calidad del aire.	81
Figura 56. Plataformas donde se consulta la calidad del aire.	82
Figura 57. Porcentaje de población que participaría en algún programa o actividad en educación ambiental de acuerdo al sondeo de percepción de la calidad del aire.	82
Figura 58. Desarrollo económico en Baja California (miles de pesos). Año 2016.	146
Figura 59. Inversión física federal en la finalidad de desarrollo social ejercida en 2015 y 2016 en Baja California. (Miles de pesos).	147
Figura 60. Costos de mitigación atmosféricas respecto al producto interno bruto aa nivel nacional. (Porcentaje) 2003-2015.	148

RESUMEN EJECUTIVO

Uno de los temas ambientales más relevantes en las últimas décadas, a nivel mundial, es la contaminación atmosférica tanto a nivel global como urbano, debido a sus efectos negativos hacia el calentamiento del planeta, como hacia la salud de la población, los ecosistemas y los bienes materiales.

Esta problemática es multifactorial, ya que intervienen factores como los patrones de emisión por las diferentes fuentes contaminantes, tanto antropogénicas como naturales; la dispersión y transformación de las sustancias en la atmósfera; aspectos orográficos y climáticos; incluso variables socioeconómicas y de consumo de combustibles.

Como otras entidades del país, el Estado de Baja California no está exento de esta problemática, la cual se observa principalmente en sus zonas urbanas densamente pobladas. Para dar seguimiento a la calidad del aire, Baja California cuenta con un sistema de monitoreo de contaminantes atmosféricos, el cual opera desde 1996, con estaciones en los municipios de Mexicali, Tijuana, Tecate, Ensenada y Rosarito, en donde se puede medir la concentración de monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOx), ozono (O₃), partículas menores a 10 micras (PM₁₀) y partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}).

Los resultados del sistema de monitoreo atmosférico de Baja California revelan que en el año 2014 y 2015 en Mexicali, se incumplió la norma para partículas menores a 2.5 micrómetros, así como para algunas de las estaciones instaladas en los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada se sobrepasó la normatividad de partículas menores

a 10 micrómetros en el periodo 2006 - 2015, así como la de ozono, principalmente en Mexicali. Asimismo, el inventario de emisiones para fuentes antropogénicas muestra que los caminos no pavimentados son la principal fuente emisora de partículas PM₁₀ con el 45% del total, así como de PM_{2.5} con el 15%. Si se consideraran las emisiones naturales además de las antropogénicas, la erosión eólica contribuiría con el 80% de las PM₁₀.

Otra herramienta de gestión de la calidad del aire de gran utilidad para identificar los contaminantes liberados a la atmósfera de una región de interés, priorizar las fuentes de emisión y especificar el lugar dónde se realizan las emisiones, es el inventario de emisiones. Para este fin, se elaboró el inventario de emisiones para el Estado de Baja California año base 2014, es decir, el año para el que se consiguió la información más reciente de fuentes móviles carreteras y no carreteras, de fuentes fijas (industria), fuentes de área (comercios y servicios), fuentes biogénicas y erosivas.

Los resultados generales del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera para el Estado de Baja California, incluyendo las fuentes naturales y antropogénicas muestran los siguientes resultados:

Fijas. Principal fuente de emisión de bióxido de azufre (SO₂), 46%.

Área. Principal fuente emisora de amoníaco (NH₃), 95%, y compuestos orgánicos volátiles (COV), 40%. Segundo emisor en importancia de monóxido de carbono (CO), 31%; PM_{2.5}, 24%; y PM₁₀, 19%.

Móviles carreteras. Primera fuente emisora de monóxido de carbono (CO), 89%; y, óxidos de nitrógeno (NOx), 63%. Segunda fuente en importancia por la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), 26%.

Móviles no carreteras. Segunda fuente emisora de bióxido de azufre (SO₂), 28%.

Naturales. Principal fuente emisora de PM₁₀, 79%; y PM_{2.5}, 66%. Segunda fuente emisora de óxidos de nitrógeno (NOx), 19%.

Si bien, el inventario de emisiones para Baja California contiene información para emisiones naturales – resultado de la actividad propia de los fenómenos naturales como la fotosíntesis o la erosión eólica – y antropogénicas – resultado de la actividad del hombre –, el análisis de los resultados del inventario de emisiones se orienta a estas últimas, debido a que es donde las autoridades pueden intervenir de una manera más eficiente para controlar sus emisiones.

El siguiente cuadro resume el análisis por municipio y sus principales fuentes emisoras.

Contaminante	Ensenada	Mexicali	Tecate	Tijuana	Playas de Rosarito
PM ₁₀	Caminos no pavimentados				Incendios forestales
	Caminos pavimentados				Generación de energía eléctrica
PM _{2.5}	Incendios forestales	Quemas agrícolas	Caminos no pavimentados		Incendios forestales
	Embarcaciones marinas	Minerales no metálicos	Alimentos y bebidas	Camionetas <i>pick up</i>	
SO ₂	Extracción de materiales pétreos	Camionetas <i>pick up</i>			Alimentos y bebidas
	NO _x	Camionetas <i>pick up</i>			
Embarcaciones marinas		Autos particulares y taxis			
COV	Camionetas <i>pick up</i>				Incendios forestales
	Manejo y distribución de gas L.P.	Autos particulares y taxis	Manejo y distribución de gas L.P.		
CO	Camionetas <i>pick up</i>				Incendios forestales
	Autos particulares y taxis				
NH ₃	Emisiones domésticas	Aplicación de fertilizantes	Emisiones domésticas		
	Emisiones ganaderas				Incendios forestales

Ante esta problemática, es que se desarrolla el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) del Estado de Baja California 2018-2027, el cual identifica, analiza y prioriza la atención a las fuentes de emisión a través del diseño de medidas y acciones orientadas a reducir la emisión de contaminantes atmosféricos. Adicionalmente, este instrumento de gestión establece elementos para la toma de decisiones, como por ejemplo: un análisis de la cantidad de contaminantes a reducir, los costos de ejecución de las medidas, los responsables de su implementación y su seguimiento, la legislación aplicable, entre otros.

A continuación se listan las medidas seleccionadas para integrar el ProAire del Estado de Baja California 2018–2027:

Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas	
Medida 1.	Fortalecimiento de la regulación de la industria estatal.
Medida 2.	Regulación de las actividades en los bancos de materiales.
Medida 3.	Control de emisiones en el sector de energía eléctrica.
Medida 4.	Promoción de acciones de control de emisiones a la atmósfera provenientes del sector industrial federal.
Estrategia 2. Reducción de emisiones de fuentes móviles	
Medida 5.	Impulso de una movilidad sustentable en las principales zonas urbanas del Estado.
Medida 6.	Mejoramiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.
Medida 7.	Regulación de las actividades de operación de las embarcaciones marinas en puerto.
Medida 8.	Implementación de un programa de reducción de emisiones generadas por vehículos en cruces fronterizos.
Estrategia 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	
Medida 9.	Regulación de las actividades comerciales y de servicios.
Medida 10.	Desarrollo de programa para el control de emisiones de partículas originadas por suelos desprovistos de algún tipo de recubrimiento.
Medida 11.	Sustitución de las quemas agrícolas por procedimientos sustentables.
Medida 12.	Formulación de un programa para controlar las emisiones al aire provenientes de la actividad ganadera.
Medida 13.	Desarrollo de un programa de reducción de emisiones de COV provenientes del almacenamiento y distribución de combustibles.
Estrategia 4. Protección a la salud	
Medida 14.	Elaboración del programa de contingencia atmosférica en el Estado.
Medida 15.	Generación de estudios para fortalecer el análisis epidemiológico relacionado con exposición a contaminantes en el aire.
Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental	
Medida 16.	Elaboración de una estrategia de comunicación de riesgos de la contaminación del aire.
Medida 17.	Incorporación de la educación ambiental como parte de la ruta de mejora en el sistema educativo del Estado.
Estrategia 6. Fortalecimiento institucional	
Medida 18.	Fortalecimiento de la red del sistema de monitoreo atmosférico en el Estado.
Medida 19.	Actualización del inventario de emisiones a la atmósfera.
Medida 20.	Seguimiento y evaluación al ProAire.

INTRODUCCIÓN

El Estado de Baja California se localiza al noroeste de la República Mexicana, en donde limita al oeste con el Océano Pacífico; al este con el mar de Cortés o golfo de California; al norte con el Estado de California, EUA; y, al sur con el Estado de Baja California Sur. Esta entidad federativa está integrada por cinco municipios: Ensenada, Mexicali (capital), Playas de Rosarito, Tecate y Tijuana, los cuales ocupan una superficie de 71,575 km², lo que representa el 3.65% del territorio nacional.

Información de 2015 de INEGI muestra que a nivel nacional esta entidad ocupaba el lugar 14, con una población de 3.2 millones de habitantes, en donde Tijuana era el municipio más poblado con 1.7 millones de habitantes, seguido de Mexicali con casi 1 millón. Es decir, estos dos municipios concentraban prácticamente el 80% de la población estatal. Datos de proyección de crecimiento poblacional publicados por CONAPO, indican que en el año 2030 Baja California alcanzará los 4.2 millones de habitantes, es decir, un aumento de 1 millón de habitantes en 15 años.

Por otra parte, su privilegiada ubicación geográfica, al compartir frontera con los Estados Unidos de Norteamérica y puerta de entrada hacia el Océano Pacífico, ha ocasionado un rápido desarrollo económico y expansión de sus zonas urbanas, trayendo como consecuencia la demanda de un mayor consumo de bienes, servicios y por supuesto de combustibles lo que ha ocasionado, problemas de calidad del aire.

La economía de Baja California se centra en las actividades terciarias, es decir, el comercio y los servicios, los cuales representan el 61% del movimiento comercial; seguido por las actividades secundarias con el 35.61%; y, en menor medida las primarias con el 3.20%. Dentro del sector secundario, la industria maquiladora (textil, automotriz y de eléctricos) es la más importante, seguida por la industria de alimentos y bebidas, y en tercer lugar la construcción. La economía del Estado de Baja California contribuye con el 2.8% del producto interno bruto del país (PIB).

Una situación particular en cuestiones de calidad del aire la constituye la movilidad en las ciudades, la cual depende en gran medida del uso del vehículo particular, dadas las facilidades para adquirir a un bajo costo automotores importados usados. Las condiciones físico mecánicas, antigüedad y el retiro de los sistemas de control de emisiones (convertidor catalítico) en un gran porcentaje de este tipo de vehículos, ocasiona que se emitan cantidades importantes de contaminantes al aire. Sumado a esta característica se encuentra la actividad vehicular en los seis puertos fronterizos o garitas México-EEUU localizadas en Baja California, en donde anualmente transitan 80 millones de pasajeros y 30 millones de vehículos, convirtiéndola en la más dinámica y compleja del mundo. La cantidad de vehículos que desean realizar el cruce en horas pico

ocasiona un enorme congestionamiento, donde los vehículos avanzan lentamente emitiendo gases contaminantes al aire.

Toda esta movilidad ha ocasionado una presión sobre los elementos ambientales de Baja California, sumando actividades agropecuarias características del Estado, como son las quemas agrícolas. Por ejemplo, los resultados del sistema de monitoreo atmosférico de Baja California revelan días sobre la norma para partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) en 3 de los 5 municipios del Estado (Tijuana, Mexicali y Ensenada), también se presentaron días con mala calidad del aire respecto a partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) en Mexicali. También destaca del sistema de monitoreo atmosférico que existen problemas con el ozono, principalmente en Mexicali.

Ante esta situación, el Gobierno del Estado de Baja California a través de la Secretaría de Protección al Ambiente (SPA), en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) federal, impulsaron de manera decisiva la elaboración del Programa para Mejorar la Calidad del Aire 2018– 2027, con el objetivo de contar con un instrumento que oriente las acciones necesarias para mejorar la calidad del aire en esa entidad. Las estrategias, medidas y acciones establecidas en este documento, fueron el resultado del consenso y compromiso de los principales actores interesados, como fue el caso de los tres diferentes órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal), las organizaciones no gubernamentales, el sector académico y de investigación, así como del sector industrial y comercial.

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Baja California 2018-2027 está integrado de la siguiente manera:

capítulo

1

Descripción de la zona de estudio

Describe las características fisiográficas de Baja California, tales como: el relieve, el uso de suelo y cobertura vegetal, y el tipo de clima, siendo éstas relevantes en la dispersión o acumulación de contaminantes en la atmósfera. También se describen, las actividades económicas y demográficas, el comportamiento de la flota vehicular y la demanda de productos, bienes y servicios, los cuales son factores que influyen la cantidad y tipo de contaminantes que se generan en la atmósfera.

capítulo

2

Diagnóstico de la calidad del aire

Presenta el diagnóstico de la calidad del aire en base al análisis de los registros de concentraciones obtenidas con el Sistema de Monitoreo Atmosférico. Se muestran indicadores de cumplimiento de los límites máximos establecidos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas, así como los días con calidad del aire buena, regular y mala, y comportamiento de los contaminantes a través del tiempo.

capítulo

3

Inventario de emisiones

Muestra los resultados del inventario de emisiones de contaminantes criterio, desagregado por tipo de fuentes, categoría y tipo de contaminante (material particulado, PM_{10} y $PM_{2.5}$, dióxido de azufre, SO_2 , óxidos de nitrógeno, NOx y, el monóxido de carbono, CO). También se presentan las contribuciones a nivel estatal y municipal.

capítulo

4

Impactos sobre la salud

Se describen los principales efectos en la salud de la población por la exposición a la contaminación atmosférica. Asimismo, se muestran los resultados de un análisis sobre cuál sería el impacto en la salud de la población si se redujeran los niveles de partículas $PM_{2.5}$ al grado de cumplir con el límite anual, establecido por la normatividad en la materia.

capítulo

5

Comunicación y educación ambientales

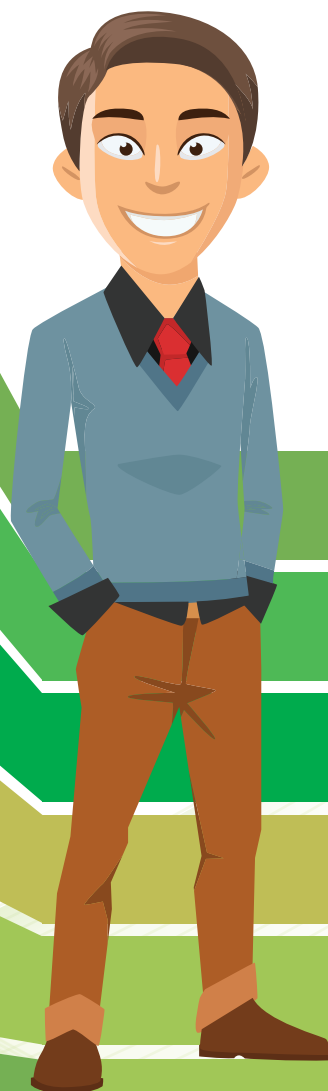
Muestra el diagnóstico sobre la situación actual de comunicación y educación en materia de calidad del aire.

capítulo

6

Estrategias y medidas

Establece las estrategias, medidas y acciones que fueron definidas por los diferentes grupos de trabajo participantes en el desarrollo del PROAire, con el fin de reducir y/o controlar la emisión de contaminantes a la atmósfera y proteger la salud de la población.



Capítulo 1

Descripción de la zona de estudio



Arroyo Grande, Municipio Mexicali

Foto: Alberto Tapia Landeros

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los patrones de emisión, dispersión y transformación de los contaminantes en la atmósfera están determinados por un conjunto de factores físicos, socioeconómicos y demográficos. Por ello, el desarrollo de un programa para mejorar la calidad del aire debe contener y analizar información relacionada con el sitio de interés, como es el caso de la orografía, clima, dinámica poblacional, movilidad urbana y económica.

El presente capítulo recopila, describe y muestra los resultados de las principales características físicas y socioeconómicas que en gran medida determinan la calidad del aire de las zonas urbanas del Estado de Baja California.

1.1 Delimitación geográfica

El Estado de Baja California se localiza al noroeste de la República Mexicana, en donde limita al oeste con el Océano Pacífico; al este con el mar de Cortés o golfo de California; al norte con el estado de California, EUA; y, al sur con el estado de Baja California Sur.

Baja California está integrado por cinco municipios: Ensenada, Mexicali (capital), Playas de Rosarito, Tecate y Tijuana, los cuales ocupan una superficie de 71,575 km², lo que representa el 3.65% del territorio nacional.



Fuente: INEGI, 2015.

Figura 1. Localización del Estado de Baja California.

1.2 Aspectos físicos

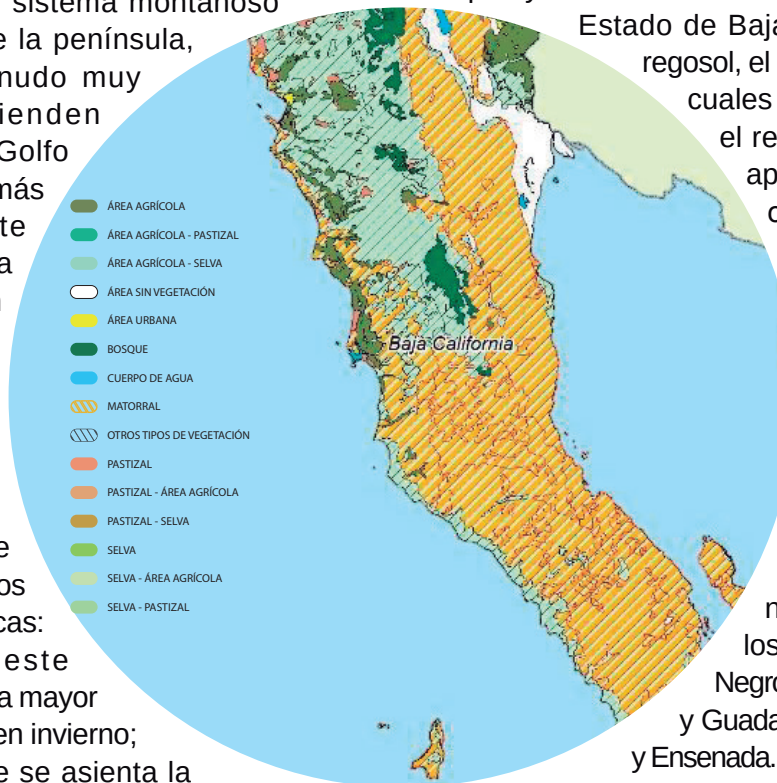
Relieve: La zona norte de Baja California tiene una superficie variable representada por lomeríos, sierras, valles y grandes desiertos (existen zonas de dunas en toda la entidad). A lo largo del territorio del Estado se encuentran sierras conformadas por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Como ya se mencionó, la porción norte de Baja California tiene una superficie variable donde contrastan lomeríos, sierras, valles y grandes desiertos. El sistema montañoso recorre todo lo largo de la península, con pendientes a menudo muy abruptas, que descienden directamente hacia el Golfo de California, y mucho más suaves en la vertiente opuesta. Esta cadena montañosa presenta un mayor desarrollo en el cuarto septentrional de la península, donde forma las sierras Juárez y San Pedro Mártir.

Clima: La península de Baja California presenta dos grandes regiones climáticas: la primera, al Noroeste, temperaturas templadas la mayor parte del año con lluvias en invierno; es en esta región donde se asienta la

En las costas del Golfo de California se presenta la menor incidencia de precipitación pluvial del país, con registros medios anuales cercanos a los 40 mm.

Vegetación, tipos y usos de suelo: La vegetación del Estado es muy variada, las superficies más importantes son: matorral en un 84.05% y la agricultura en un 6.5% (INEGI, 2016) (Figura 2). De los diferentes tipos y asociaciones de suelos con que cuenta el Estado de Baja California, destacan el regosol, el litosol y el yermosol, de los cuales el más representativo es el regosol, ya que representa aproximadamente el 46 por ciento de la superficie total de la entidad.

Las características edafológicas, conjuntamente con la disponibilidad del recurso agua, han contribuido al desarrollo de las actividades agrícolas principalmente en la región noroeste de Mexicali, y en los valles Las Palmas, Ojos Negros, San Quintín, Maneadero y Guadalupe, localizados en Tecate y Ensenada.



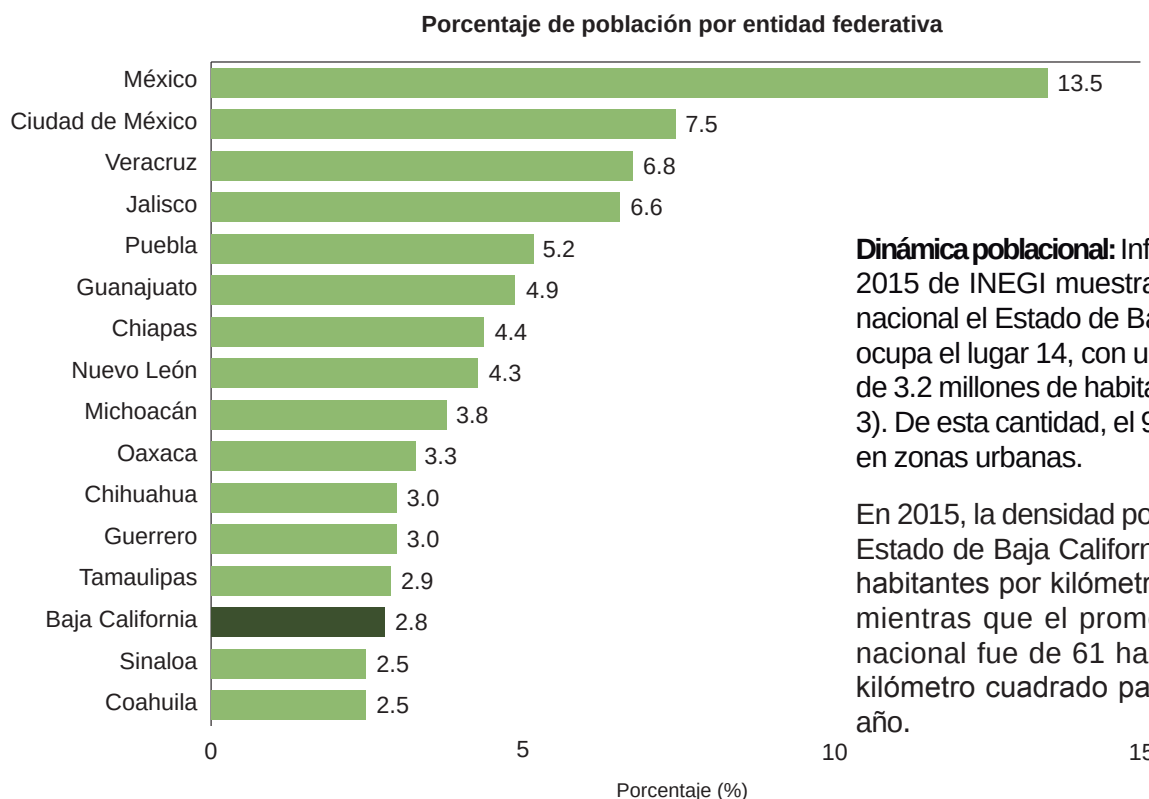
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI en: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/BCN_ANUARIO_PDF16.pdf

Figura 2. Usos de suelo Estado de Baja California.

mayoría de la población. Segunda, en la parte oriental, con un clima extremoso semiárido y escasas lluvias durante todo el año. Las dos regiones están divididas por las sierras La Rumorosa, Juárez y San Pedro Mártir. Las temperaturas más altas, mayores de 30°C, se presentan en los meses de mayo a septiembre y las más bajas, alrededor de 5°C, en el mes de enero. En la ciudad de Mexicali se han registrado temperaturas máximas extremas de hasta 45°C entre los meses de julio y agosto. Cabe destacar que las altas temperaturas, así como la ausencia de lluvia contribuyen a que la contaminación del aire se disperse abarcando distancias distintas al punto de origen.

Áreas naturales protegidas: El Golfo de California, uno de los mares más atractivos y productivos del mundo, cuenta con más de 900 islas, islotes e isletas que en conjunto suman cerca de 420,809 hectáreas. Todas ellas en su conjunto fueron decretadas como zona de reserva y refugio de aves migratorias y fauna silvestre. Debido a la vasta extensión que abarca esta área protegida federal, su conservación y manejo se lleva a cabo a través de un sistema de cuatro direcciones regionales. La Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en Baja California, tiene a su cargo 56 islas. Éstas están agrupadas en cuatro archipiélagos: San Luis Gonzaga o Las Encantadas, Ángel de la Guarda, Bahía de los Ángeles y San Lorenzo.

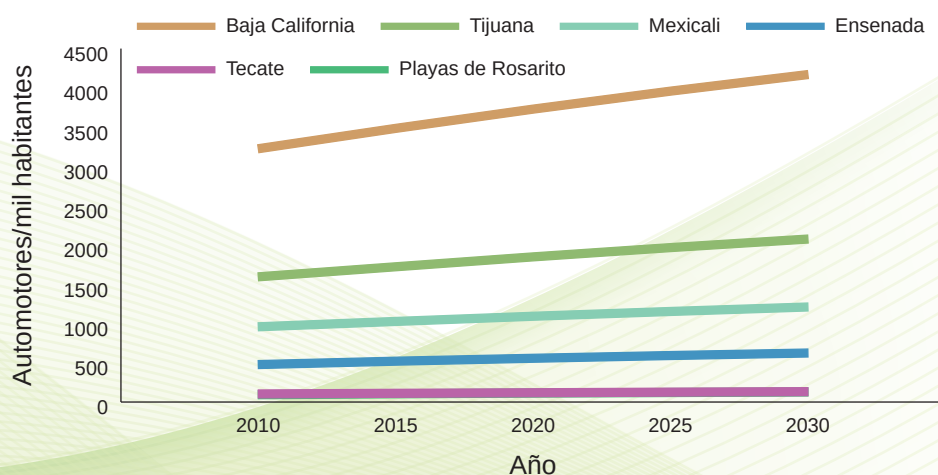
1.3 Aspectos socioeconómicos



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2017.

Figura 3. Población por entidad federativa durante 2015 en México.

Por municipio, en 2015 Tijuana era el más poblado con 1.7 millones de habitantes, seguido de Mexicali con casi 1 millón. Es decir, estos dos municipios concentraban casi el 80% de la población estatal. Por otra parte, datos de proyección de la población del Consejo Nacional de Población (CONAPO), indican que en el año 2030 Baja California alcanzará 4.2 millones de habitantes, mientras que a nivel municipal Tijuana y Mexicali continuarán concentrando al 80%, al incrementar su población de 2.7 millones de habitantes a 3.3 (Ver Figura 4).



Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO, 2017.

Figura 4. Tendencia de crecimiento de la población del Estado de Baja California 2010-2030.

Desarrollo económico:

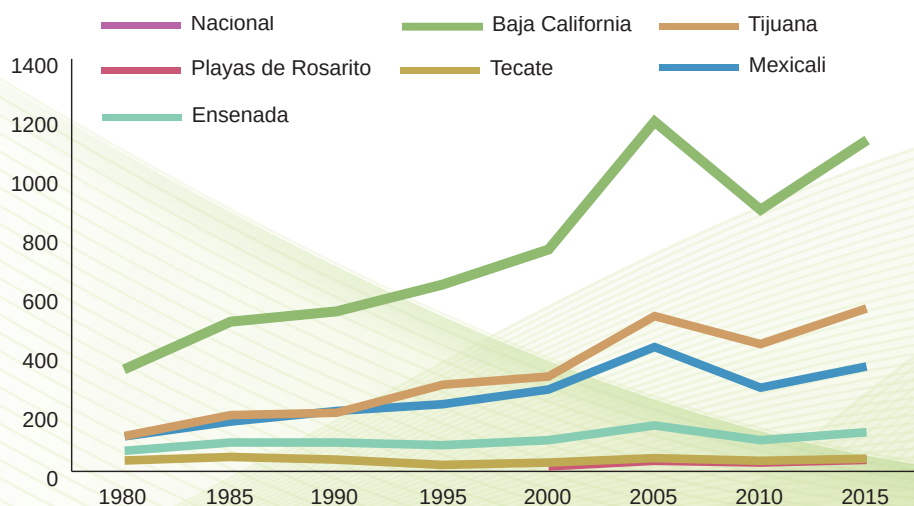
El Estado de Baja California participa con el 2.8% al producto interno bruto del país (PIB) (INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2014). Las actividades económicas predominantes son las terciarias, representando el 61%; secundarias con el 35.61%; y, en menor medida las primarias con el 3.20% (Cuadro 1). Dentro del sector secundario, la industria maquiladora (textil, automotriz y de eléctricos) es la más importante, seguida por la industria de alimentos y bebidas, y en tercer lugar la construcción. Las actividades económicas en el Estado de Baja California están distribuidas de la siguiente manera.

Cuadro 1. Sectores de actividad en el Estado de Baja California (INEGI, 2015).

Sector	Participación
Primario	3% (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza): • 1er lugar nacional en la producción de cebolla, frambuesa y flores. • 2º lugar nacional en la producción de tomate rojo, fresa, algodón, zacate de semilla y dátil. • 3er lugar en la producción de uva y espárrago.
Secundario	36% (Minería, construcción, agua y gas, industria manufacturera): • 2º lugar nacional en la producción de zinc.
Terciario	61% (comercios y servicios, transporte e información, servicios financieros e inmobiliarios).

1.4 Tendencia del parque vehicular e índice de motorización

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 se extrae 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, se tiene la demanda de viajes, la cual favorece la motorización de las ciudades y por consecuencia la congestión vial.



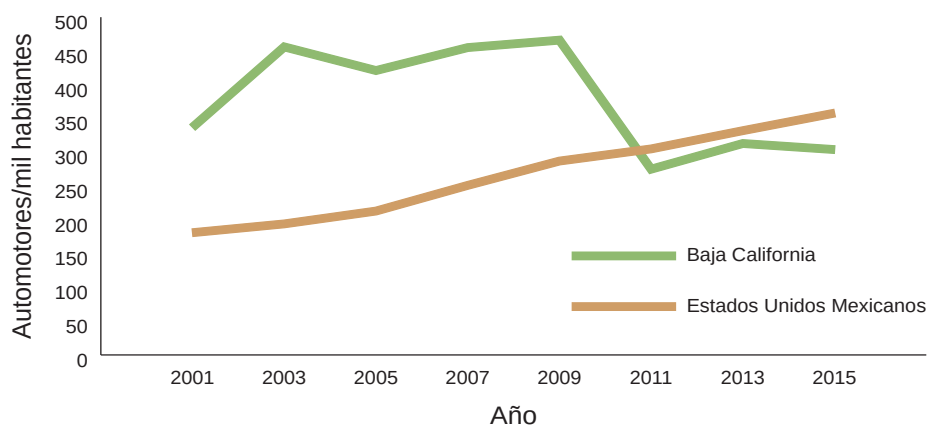
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2015.

Información de INEGI 2016 muestra que la flota vehicular que circula en el Estado de Baja California ha ido incrementando paulatinamente. Durante el periodo de 1980 a 2015, a nivel estatal, el número de vehículos en circulación pasó de 347 mil a 1.1 millones (Figura 5), es decir, una diferencia de aproximadamente 750 mil unidades (INEGI, 2016). Sin embargo, por municipio, En Tijuana y Mexicali se observa una mayor tasa de crecimiento con respecto a Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito.

Figura 5. Tendencia de crecimiento de la flota vehicular en el Estado de Baja California (1980 - 2015).

En la Figura 6 también se observa que en el periodo de 2009 a 2011 existe una disminución considerable del número de vehículos registrados, lo cual pudiera deberse a los acuerdos y restricciones para la importación de autos usados en Baja California.

Por otra parte, la tendencia en la tasa de motorización (cantidad de vehículos por cada mil habitantes) en Baja California mostraba un incremento hasta el año 2009, incluso por arriba del promedio nacional (INEGI, 2016); sin embargo, a partir del año 2010 se encuentra por debajo, hasta alcanzar en 2015 un registro de motorización de 304 contra los 358 a nivel nacional.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2017.

Figura 6. Tendencia de motorización en el Estado de Baja California vs. República Mexicana.

Programa de inspección y mantenimiento vehicular: El 28 de diciembre de 2012, se publicó en el Diario Oficial del Estado de Baja California el Programa de verificación vehicular obligatoria con fecha de inicio el primero de enero de 2013, como parte de una estrategia de prevención y control de la contaminación atmosférica. A partir de esa fecha, los propietarios de los vehículos automotores que circulan en esa entidad tienen que verificar sus unidades; sin embargo, se debe trabajar en el mejoramiento del programa en cuanto al porcentaje de asistencia vehicular a verificar en los 18 centros localizados en los 5 municipios de Baja California (8 en Tijuana, 6 en Mexicali, 2 en Ensenada, 1 en Rosarito y 1 en Tecate).

Respecto al número de verificaciones para el año 2014 se tuvieron 190,648 verificaciones vehiculares de 1,100,840 vehículos registrados, es decir, verificó el 17% de la flota (INEGI, 2016); de las cuales el 82% resultaron aprobadas y el 18% rechazadas.

Para el año 2015 las verificaciones fueron 364,938 de un total de 1,123,118 vehículos registrados, por lo tanto, el 32% de la flota vehicular verificó (INEGI, 2015); obteniendo que el 77% fueran aprobadas y 23% rechazadas.

Por último, para el año 2016 se realizaron 289,752 verificaciones del total de 1,169,911 vehículos en circulación (INEGI, 2016), es decir, verificó el 25%; resultando que el 78% fueran aprobadas y el 22% de vehículos rechazados¹.

¹ Información proporcionada por la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California a LT Consulting sobre el Programa de Verificación Vehicular.

1.5 Aspectos legales

El marco normativo mexicano establece leyes y normas que regulan las fuentes emisoras de contaminantes. Este marco regulatorio establece las reglas y las sanciones que deben obedecer las fuentes generadoras de contaminantes al aire de acuerdo con su giro y su jurisdicción (federal, estatal y/o municipal). A continuación se describen las principales en materia de atmósfera.

Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (Congreso del Estado de B.C., 2001) establece en su *Capítulo II. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera, artículo 112*, fracción I, que la Secretaría tiene la facultad de elaborar el Programa Estatal de Gestión de Calidad del Aire, así como promover y apoyar técnicamente a los municipios en su gestión y elaboración.

competencias de las autoridades federales, estatales y municipales en materia de emisiones de contaminantes al aire con la finalidad de conocer los instrumentos jurídicos y legales que darán la solidez al ProAire en la reducción, control y mitigación de emisiones contaminantes.

En relación al ProAire, la Ley de En el Cuadro 2 se muestran las

Cuadro 2. Competencias federales, estatales y municipales en materia de contaminación atmosférica.

Federación
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1998-2005).
Art. 111 Bis. Le compete a la federación regular la industria química del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera, y tratamiento de residuos peligrosos.
Art. 111. Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la secretaría tendrá la facultad (se destacan los apartados de este artículo que se relacionan directamente con el desarrollo del ProAire):
II. Integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales correspondientes.
IV. Formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada área, zona o región del territorio nacional. Dichos programas deberán prever los objetivos que se pretende alcanzar, los plazos correspondientes y los mecanismos para su instrumentación;
XII. Aprobar los programas de gestión de calidad del aire elaborados por los gobiernos locales para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.
Estado de Baja California
Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (LPABC) (Congreso del Estado de B.C., 2001)
La autoridad en materia ambiental en el Estado de Baja California es el Ejecutivo del Estado, quien cuenta con la Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (SPABC) o su similar, para que ésta realice las funciones de autoridad en lo relativo a la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente.
Algunas de las atribuciones de la SPABC, son el otorgar las debidas licencias o permisos, vigilando las emisiones de contaminación atmosférica en el ámbito de su competencia, la Secretaría podrá celebrar acuerdos de coordinación con la federación para realizar actividades o ejercer facultades en bienes y zonas de jurisdicción federal, asimismo, podrá celebrar convenios con los gobiernos de otros Estados en materia ambiental.

Competencia estatal

De conformidad con el artículo 8 fracción XXXIII, se hace mención de forma general que las fuentes generadoras de contaminación atmosférica estatal son:

- 1.- Las fuentes fijas que funcionan como establecimientos industriales.
- 3.- Las fuentes móviles que no sean de competencia Federal.

En el mismo artículo 8, fracción XXXIV, también establece que es de competencia estatal, la exploración, explotación y aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación.

Del *Capítulo II. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera*, en su artículo 112, establece las facultades de la Secretaría para prevenir, controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera. En su fracción I, hace mención de la creación del Programa Estatal de Gestión de Calidad del Aire; en la fracción VI, la integración del inventario de fuentes de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes emisoras de competencia estatal y coordinarse con la Federación y municipios para la integración de los inventarios correspondientes. La fracción II, requerir a los responsables de fuentes emisoras de competencia estatal, el cumplimiento de las normas ambientales, mientras en la fracción III, refiere a otorgar la licencia correspondiente para la operación de las fuentes fijas de su jurisdicción.

Referente al sistema de monitoreo de calidad del aire, en el mismo artículo 112, fracción VIII, menciona el promover y apoyar técnicamente a los gobiernos municipales para el establecimiento de sistemas de monitoreo de calidad del aire, así como calendarización y control de quemas agropecuarias. Finalmente, en la fracción VIII del mismo artículo 112, se otorga a la Secretaría la facultad de establecer y operar centros de verificación.

Competencia municipal

La competencia de los municipios en cuanto a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se refiere, la legislación local delega la competencia de fuentes fijas y móviles en el artículo 9 fracción XIX de la LPAEBC donde establece que las fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, obras o actividades que realicen las dependencias o entidades de la administración pública municipal, quemas dentro de la zona urbana, quemas agropecuarias, así como de emisiones de contaminantes provenientes de fuentes móviles de competencia municipal son competencia de los Municipios.

De la misma LPAEBC, en el artículo 113 se establece que le compete a los municipios establecer y operar sistemas de monitoreo de calidad del aire.

El ***Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente para el Estado en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*** (RLPAPEMRETC) en su artículo 4 fracción II establece que se entiende como fuentes fijas de jurisdicción estatal a todas aquellas fuentes fijas que pertenecen a giros industriales no reservados para la federación, sin embargo, no define el concepto de industria. De tal manera, que se recomienda efectuar dicha definición, para efecto de que las personas responsables de la contaminación de la atmósfera por concepto de fuentes fijas de giros industriales tengan pleno conocimiento de las obligaciones que deben cumplir.

Para efecto de que puedan operar las fuentes móviles, lo cual no se encuentra definidas de manera clara en las competencias ni del Estado ni del Municipio, se encontró un evidente conflicto de competencia. Por ello se recomienda enfáticamente establecer las competencias de ambas administraciones para evitar futuros problemas legales.

Actualmente no se cuenta con una procuraduría ambiental, por lo que se considera se debe crear una figura legal de este tipo, o bien crear un área que enfoque sus esfuerzos en vigilar y atender los problemas ambientales comunes, ya que es de interés social el que se cumplan los lineamientos establecidos en las Leyes y Reglamentos para la

Protección del Medio Ambiente y la autoridad sancione los incumplimientos que deriven en altos niveles de contaminación.

Deben de reformarse los reglamentos ambientales municipales, dado que éstos no pueden intervenir en competencias del Estado, tal es el caso de aquellos en los cuales se da la atribución de establecer centros de verificación, siendo éstos de competencia estatal. Asimismo, no es clara la regulación de sus establecimientos en materia de aire, incluyendo el otorgamiento de las licencias de funcionamiento (carencia de lineamientos).

Resumen

Descripción de la zona de estudio

La calidad del aire está determinada por diversos factores, entre los que se encuentran las características físicas, demográficas, económicas, climáticas, de uso de suelo, infraestructura, consumo de combustibles, movilidad, entre otras.

Una vez analizadas estas variables para el Estado de Baja California, se puede resumir que las más importantes que están impactando en la calidad del aire son:

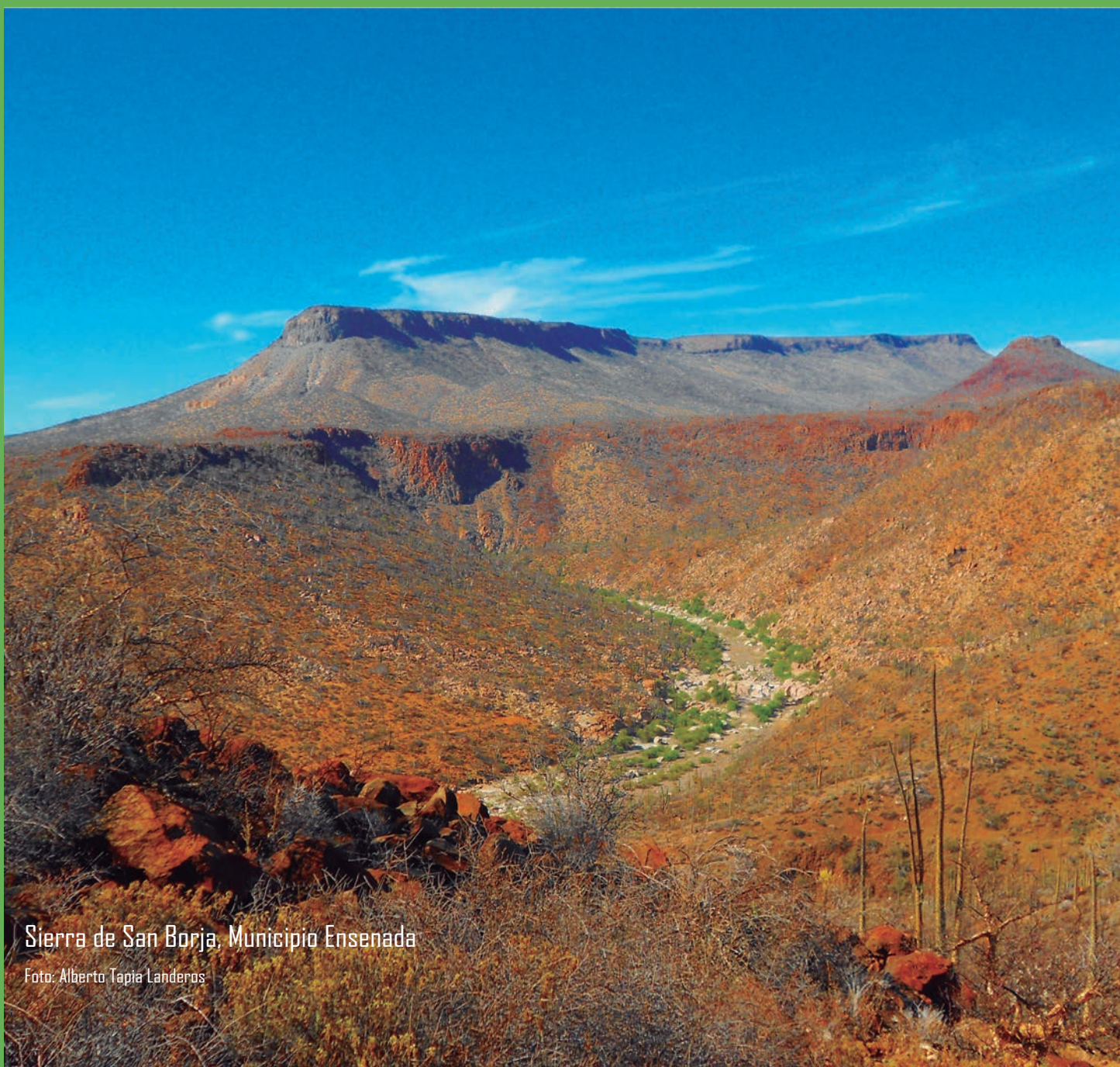
- Durante el periodo de 2005 a 2015 el número de habitantes en Baja California incrementó en un 18%, pasando de 2.8 a 3.3 millones de habitantes; dándose este fenómeno, principalmente, en las ciudades de Tijuana y Mexicali. Esta situación ha ocasionado, entre otras cosas, una mayor demanda de servicios, como el transporte de personas y mercancías, el uso de más energía eléctrica, lo cual requiere del incremento en el consumo de combustibles como las gasolinas, diésel y gas L.P. y natural, cuya quema ocasiona una mayor emisión de gases contaminantes a la atmósfera.
- El crecimiento de la motorización en el Estado de Baja California pasó de 337 vehículos por cada mil habitantes en 2000 a 466 en 2010; sin embargo, después del 2010 la motorización cayó a 304 en 2015, lo cual podría explicarse por la restricción en la importación de autos usados en México.
- Dada la existencia de zonas desérticas y semidesérticas, así como la vocación agrícola del terreno, existe una re-suspensión de material particulado por la acción del viento (erosión eólica) y la labranza agrícola. Las partículas son depositadas, entre otros sitios, en vialidades, donde a su vez son nuevamente re-suspendidas por el paso de vehículos automotores en caminos pavimentados y no pavimentados.
- Finalmente, las características climáticas de altas temperaturas son propicias para la formación de contaminantes secundarios en la atmósfera, como es el caso del ozono.

En Baja California existe una gran riqueza natural, la cual se refleja en el número de áreas naturales protegidas que posee y que pudiera estar siendo impactada por la emisión de contaminantes atmosféricos en esta entidad.

En aspectos legales en Baja California, es de importancia fortalecer su Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, así como la creación de un reglamento ambiental específico para dicha Ley, en donde se establezca con claridad: listado de fuentes fijas de jurisdicción estatal, herramienta de reporte del sector industrial (ejemplo: cédula de operación anual), definición de competencias en materia de fuentes móviles (este rubro es confuso en la presente Ley, con respecto a las competencias con los municipios), competencia de la red de monitoreo (en la actual Ley se establece como competencia municipal) y la creación de la procuraduría ambiental.

Capítulo 2

Diagnóstico de la calidad del aire



Sierra de San Borja, Municipio Ensenada

Foto: Alberto Tapia Landeros

DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

2.1 Descripción del sistema de monitoreo atmosférico

El monitoreo de contaminantes atmosféricos en Baja California comenzó a operar en 1996 dentro del Programa Frontera XXI, con financiamiento de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés), de la Agencia de Recursos del Aire de California (CARB) y la entonces SEMARNAP. La operación del Sistema Atmosférico se llevaba a cabo a través de la empresa TEAM-TRACER de Estados Unidos y era financiada por la USEPA. A partir de 2008 la Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (SPABC), administra la operación y mantenimiento del sistema de monitoreo, esto después de un convenio de coordinación para la transferencia de responsabilidades de la USEPA hacia la SPABC.

El Sistema de Monitoreo Atmosférico de Baja California cuenta con estaciones de monitoreo en los municipios de Mexicali, Tijuana, Tecate, Ensenada y Rosarito. El Cuadro 3 muestra las estaciones de monitoreo y los contaminantes que se han medido en cada municipio durante el periodo de análisis, 2006 a 2015, y el tipo de equipo. Es importante mencionar que algunas de ellas ya no se encuentran activas. Las estaciones cuentan con analizadores para medir el monóxido de carbono (CO), el bióxido de azufre (SO₂), bióxido de nitrógeno (NO₂), el ozono (O₃), las partículas menores a 10 micras (PM₁₀) y las partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}).

Cuadro 3. Estaciones y parámetros que mide el Sistema de Monitoreo Atmosférico de Baja California, 2006-2015.

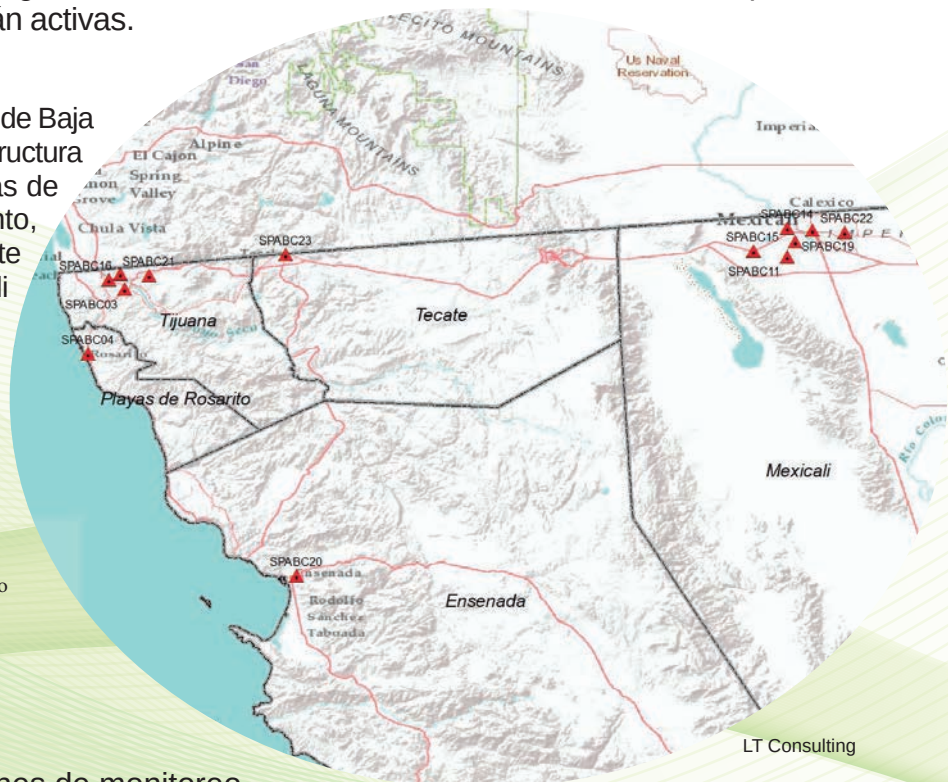
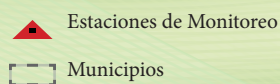
Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo	Contaminantes					
				PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	SO ₂	NO ₂	CO
Mexicali	ITM	SPABC10	Man.	✓	✗	✗	✗	✗	✗
			Aut.	✗	✗	✓	✗	✓	✓
	CONALEP	SPABC11	Man.	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	UABC	SPABC12	Aut.	✗	✓	✓	✓	✓	✓
			Man.	✓	✗	✗	✗	✗	✗
	CBTIS	SPABC13	Man.	✓	✗	✗	✗	✗	✗
	COBACH	SPABC14	Aut.	✗	✓	✓	✗	✓	✓
			Man.	✓	✗	✗	✗	✗	✗
	Progreso	SPABC15	Man.	✓	✗	✗	✗	✗	✗
	CAMP	SPABC18	Man.	✓	✗	✗	✗	✗	✗
			Aut.	✗	✗	✓	✗	✓	✓
	CESPM	SPABC19	Aut.	✗	✓	✓	✗	✓	✓
			Man.	✓	✗	✗	✗	✗	✗
	UPBC	SPABC22	Aut.	✗	✗	✓	✗	✓	✓

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo	Contaminantes					
				PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	SO ₂	NO ₂	CO
Tijuana	ITT	SPABC01	Aut.	✖	✖	✓	✖	✖	✓
			Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
	Centro de Salud	SPABC02	Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
	La Mesa	SPABC03	Aut.	✓	✖	✓	✓	✓	✓
			Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
	Playas	SPABC05	Aut.	✖	✖	✓	✖	✓	✓
			Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
	COLEF	SPABC16	Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
	Laboratorio	SPABC21	Aut.	✖	✓	✓	✖	✓	✓
Man.			✓	✖	✖	✖	✖	✖	
Ensenada	Secundaria	SPABC20	Aut.	✖	✓	✓	✖	✓	✓
			Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
Playas de Rosarito	Primaria	SPABC04	Aut.	✓	✖	✓	✓	✓	✓
			Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
Tecate	UABC campus	SPABC23	Aut.	✖	✓	✓	✖	✓	✓
			Man.	✓	✖	✖	✖	✖	✖
Aut. = Equipo automático Man. = Equipo manual			✖ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante. ✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.						

Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

La Figura 7 muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo que conforman este sistema y que actualmente están activas.

En el Sistema de Monitoreo Atmosférico de Baja California también se cuenta con infraestructura para medir las variables meteorológicas de velocidad del viento, dirección del viento, temperatura, en todas ellas y únicamente en las estaciones de CESPAM en Mexicali y la secundaria en Ensenada se cuenta adicionalmente con medidores de humedad relativa, presión barométrica, precipitación pluvial y radiación solar.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 7. Ubicación de las estaciones de monitoreo en Baja California.

2.2 Normas Oficiales Mexicanas Vigentes

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

El cuadro 4 muestra las especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas con las que se realizó la evaluación del cumplimiento de los límites de: las PM_{10} , las $PM_{2.5}$, el O_3 , el SO_2 , el NO_2 y el CO .

Cuadro 4. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas.

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Criterio de suficiencia anual	Norma Oficial Mexicana
Partículas PM_{10}	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	75 $\mu g/m^3$ Máximo	Por lo menos tres trimestres con al menos 75% de los promedios de 24 h válidas (DOF, 2014)	NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014)
		Crónica	---	40 $\mu g/m^3$ Promedio anual		
Partículas $PM_{2.5}$	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	45 $\mu g/m^3$ Máximo		
		Crónica	---	12 $\mu g/m^3$ Promedio anual		
Ozono (O_3)	Dato horario	Aguda	No se permite	0.095 ppm Máximo	Al menos 75% de los datos horarios ^a	NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014)
	Promedios móviles de 8 horas		No se permite	0.070 ppm Máximo	Al menos 75% de los máximos diarias de los promedios móviles de 8 h (DOF, 2014)	
Dióxido de azufre (SO_2)	Promedio móvil de 8 horas	Aguda	1 vez al año	0.200 ppm Segundo máximo	Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas	NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010) ^c
	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	0.110 ppm Máximo	Al menos 75% de los promedios de 24 horas	
	Dato horario	Crónica	---	0.025 ppm Promedio anual	Al menos 75% de los datos horarios	
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Dato horario	Aguda	1 vez al año	0.210 ppm Segundo máximo	Al menos 75% de los datos horarios	NOM-023-SSA1-1993(DOF, 1994) ^c
Monóxido de carbono (CO)	Promedio móvil de 8 horas	Aguda	1 vez al año	11 ppm Segundo máximo ^b	Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas	NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1994) ^c

Fuente: Elaboración propia a partir de la Normatividad vigente.

NOM-025-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

NOM-020-SSA1-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) 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).

NOM-022-SSA1-2010. DOF, 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO_2).

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 dióxido de nitrógeno (NO_2).

^a En el caso del dato horario del ozono en el numeral 4.3.1.1 de la NOM se especifica que aún en el caso en el que no se cumpla el criterio del 75% de los valores horarios, se incumplirá la norma cuando al menos uno de los valores horarios sea mayor a 0.110 ppm.

^b Calculado sin traslape de información con el que se obtuvo el máximo.

^c En estas NOM no se especifica cómo realizar el manejo de datos y tampoco criterios de suficiencia de información, pero en congruencia con las especificaciones de las NOM de Partículas y Ozono se aplica, en la agregación de cada dato, el criterio de 75% de suficiencia de información para obtener los indicadores.

2.3 Indicadores de calidad del aire

El principal propósito de la gestión de la calidad del aire es proteger la salud de la población, lo que es posible mediante los registros de las concentraciones de los contaminantes medidos en las estaciones que conforman el sistema de monitoreo atmosférico, con las que se infiere a qué concentraciones está siendo expuesta la población.

En este apartado, se muestran los indicadores calculados para el periodo 2006 al 2015 de las partículas menores o iguales a 10 micrómetros (PM_{10}), las partículas menores o iguales a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), el ozono (O_3), el bióxido de azufre (SO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2) y el monóxido de carbono (CO).

Los indicadores para cada contaminante se generaron cuando se cumplieron con los criterios de compleción de datos del 75% en cada agregación de datos que se llevó a cabo (por ejemplo en los cálculos de: los promedios móviles de 8 horas, promedio de 24 horas, máximo diario, etc.), lo anterior de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y que se especifican en los Informes Nacionales de Calidad del Aire. Asimismo, es importante señalar que antes de generar los indicadores se llevó a cabo la limpieza, verificación y validación de las bases de datos de cada uno de los contaminantes de los años 2013 a 2015. Las bases de datos históricas válidas de cada uno de los municipios de los años 2006 a 2012 se obtuvieron de la página Web del INECC <http://sinaica.inecc.gob.mx/> del módulo de Indicadores y la pestaña descargas.

Mediante los indicadores se evalúa el estado de la calidad del aire con respecto a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) (Ver Cuadro 5), los cuales son:

a) Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire.

Se evalúa el cumplimiento de las NOM correspondientes para PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO en el periodo de 2006 a 2015.

Se ilustra el comportamiento mediante gráficas de series de tiempo de cada uno de los indicadores con los que se evalúan los límites de cada una de las NOM. La evaluación para cada uno de los contaminantes se realiza por estación de monitoreo, tal como lo establecen las NOM de partículas y ozono publicadas a finales de 2014 y con criterios de compleción de información de mínimo 75% de datos en cada agregación de datos de las NOM publicadas en 2010 y 1993 que no especifican criterios

de suficiencia de información.

b) Distribución de días buenos regulares y malos para el periodo 2006 a 2015 en cada una de las estaciones de acuerdo con el criterio de compleción de datos de al menos el 75% por ciento de concentraciones horarias en cada día.

Se utilizan gráficas con barras que representan cada uno de los años del periodo 2006 a 2015. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas cada año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- No excedieron el valor diario normado (verde, de cero a la mitad del valor límite de la NOM).
- No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo, de la mitad del valor límite de la NOM al valor límite de la NOM).
- Excedieron el valor diario normado (rojo, por arriba del límite de la NOM).
- No se contó con información suficiente para determinar si se excedió el valor normado (blanco).

De manera complementaria también se generan indicadores que muestran el comportamiento temporal de los contaminantes.

c) Comportamiento durante las horas del día, los días de la semana y los meses del año.

- Comportamiento horario para el periodo 2006 - 2015.
- Comportamiento diario para el periodo 2006 - 2015.
- Comportamiento mensual para el periodo 2006 - 2015.

Los indicadores de los días de la semana, los meses del año y la distribución de los días buenos regulares y malos se generaron a partir de los datos diarios de cada contaminante, esto es: para las PM_{10} , la concentración del muestreo de las 24 horas cada 6 días, para las $PM_{2.5}$ de los promedios de 24 horas, para el O_3 y NO_2 de los máximos de las 24 horas y para el CO de los máximos diarios de los promedios móviles de 8 horas de acuerdo a la metodología descrita en los Informes Nacionales de Calidad del Aire publicados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

2.3.1 Evaluación del cumplimiento de las NOM

En esta sección se muestra la evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire expedidas por la Secretaría de Salud para cada uno de los contaminantes medidos en las estaciones de monitoreo para cada municipio de Baja California. Se presenta para cada contaminante un cuadro con los valores de los indicadores que se comparan con los valores límites de cada una de las NOM en caso de que haya sido posible su cálculo, en el caso de que los datos no hayan sido suficientes se indica con un DI (datos insuficientes) y con un SM cuando no se midió el contaminante porque la estación estaba fuera de operación o porque no había empezado a medir o porque ya había dejado de medir, es decir ya no estaba activa. Asimismo para cada uno de los contaminantes se ilustra a través de una gráfica el cumplimiento de cada uno de los límites.

2.3.1.1 Partículas PM₁₀

Cuadro 5. Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM₁₀, 2006 a 2015.

Municipio	Estación	Límite	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tijuana	SPABC01	24 horas	DI	DI	DI	DI	111	83	60	DI	DI	88
		Anual	DI	DI	DI	DI	42	36	33	DI	DI	34
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	NO	NO	SÍ	DI	DI	NO
	SPABC02	24 horas	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM	SM
		Anual	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA	NA
	SPABC03	24 horas	DI	DI	DI	DI	94	DI	DI	DI	DI	DI
		Anual	DI	DI	DI	DI	47	DI	DI	DI	DI	DI
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	NO	DI	DI	DI	DI	DI
	SPABC05	24 horas	95	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Anual	36	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	NO	DI	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA
	SPABC16	24 horas	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM
		Anual	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	NA	NA
	SPABC21	24 horas	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	DI
		Anual	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	DI
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	DI	DI

Municipio	Estación	Límite	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mexicali	SPABC12	24 horas	248	DI	DI	DI	DI	DI	275	379	DI	221
		Anual	84	DI	DI	DI	DI	DI	77	74	DI	64
		Cumple NOM	NO	DI	DI	DI	DI	DI	NO	NO	DI	NO
	SPABC10	24 horas	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM	SM
		Anual	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA	NA
	SPABC14	24 horas	453	DI	250	DI	DI	DI	301	153	DI	264
		Anual	143	DI	124	DI	DI	DI	130	71	DI	77
		Cumple NOM	NO	DI	NO	DI	DI	DI	NO	NO	DI	NO
	SPABC13	24 horas	DI	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
		Anual	DI	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	DI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	SPABC11	24 horas	316	DI	DI	DI	DI	545	601	438	DI	SM
		Anual	96	DI	DI	DI	DI	171	149	187	DI	SM
		Cumple NOM	NO	DI	DI	DI	DI	NO	NO	NO	DI	NA
	SPABC15	24 horas	482	DI	DI	DI	DI	DI	DI	297	DI	258
		Anual	254	DI	DI	DI	DI	DI	DI	168	DI	108
		Cumple NOM	NO	DI	DI	DI	DI	DI	DI	NO	DI	NO
	SPABC18	24 horas	276	139	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Anual	65	67	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	NO	NO	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA
	SPABC19	24 horas	SM	SM	SM	SM	SM	DI	258	201	DI	281
		Anual	SM	SM	SM	SM	SM	DI	111	87	DI	88
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	DI	NO	NO	DI	NO
Ensenada	SPABC20	24 horas	SM	SM	SM	SM	SM	DI	117	112	DI	SM
		Anual	SM	SM	SM	SM	SM	DI	50	47	DI	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	DI	NO	NO	DI	NA
Tecate	SPABC23	24 horas	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SM
		Anual	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	NA
Rosarito	SPABC04	24 horas	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SM	DI	DI	SM
		Anual	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SM	DI	DI	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	DI	NA	DI	DI	NA

Límite 24 horas = 75 µg/m³

Límite anual = 40 µg/m³

DI = Datos insuficientes

SM = Sin medición, ya sea porque la estación todavía no operaba, no estaba activa o estaba fuera de operación

Fuente: Elaboración propia con datos del SPABC.

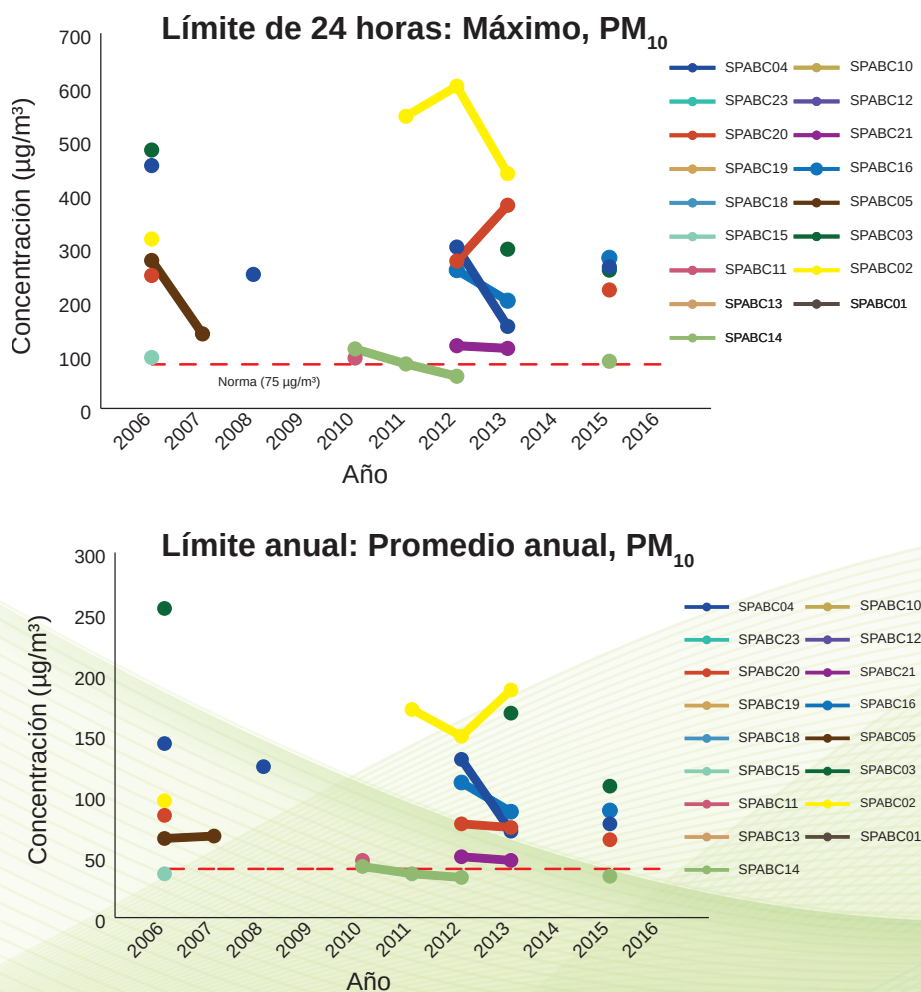
NA = No se aplica

NO = No cumple con el límite

SÍ = Sí cumple con el límite

En general, durante el periodo 2006 a 2015 este Sistema de Monitoreo Atmosférico registró problemas operativos que provocaron que varias de las estaciones que miden las PM_{10} de manera manual estuvieran fuera de operación, o bien que generaran poca información, por lo que no se obtuvieron muestreos suficientes que permitieran evaluar el cumplimiento de los límites normados para las PM_{10} . Tal evaluación sólo fue posible en algunos años para algunas estaciones en los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada. En los tres municipios en los años que fue posible evaluar la NOM, se incumplió con ambos límites en la mayoría de las estaciones y de los años. El único año y la única estación donde se cumplió con la NOM fue la estación SPABC01 en el año 2012 en el municipio de Tijuana. Destaca del cuadro la estación SPABC11 ubicada en el municipio de Mexicali debido a que los valores límite fueron superados por mucho con respecto a la concentración máxima y el promedio anual respectivamente. En el caso del límite de 24 horas, la concentración máxima de las PM_{10} en el año 2012 fue de alrededor de 8 veces el límite de $75 \mu g/m^3$ y de más de 3 veces el límite anual de $45 \mu g/m^3$.

En la Figura 8 se muestra el cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de las PM_{10} , tanto para el límite anual, como para el límite de 24 horas. En ambas gráficas se aprecia el incumplimiento de la NOM en prácticamente todos los municipios en todos los años. En todos los municipios destaca el hecho de que en 2014 no fue posible evaluar el cumplimiento de los límites de la NOM-025-SSA1-2014 de PM_{10} . Asimismo se destaca que el municipio de Mexicali (líneas en tono azul) presenta los valores más altos, superando los límites normados en algunos años más de dos veces el límite permisible.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 8. Cumplimiento de la NOM de PM_{10} en el periodo 2006-2015.

2.3.1.2 Partículas PM_{2.5}

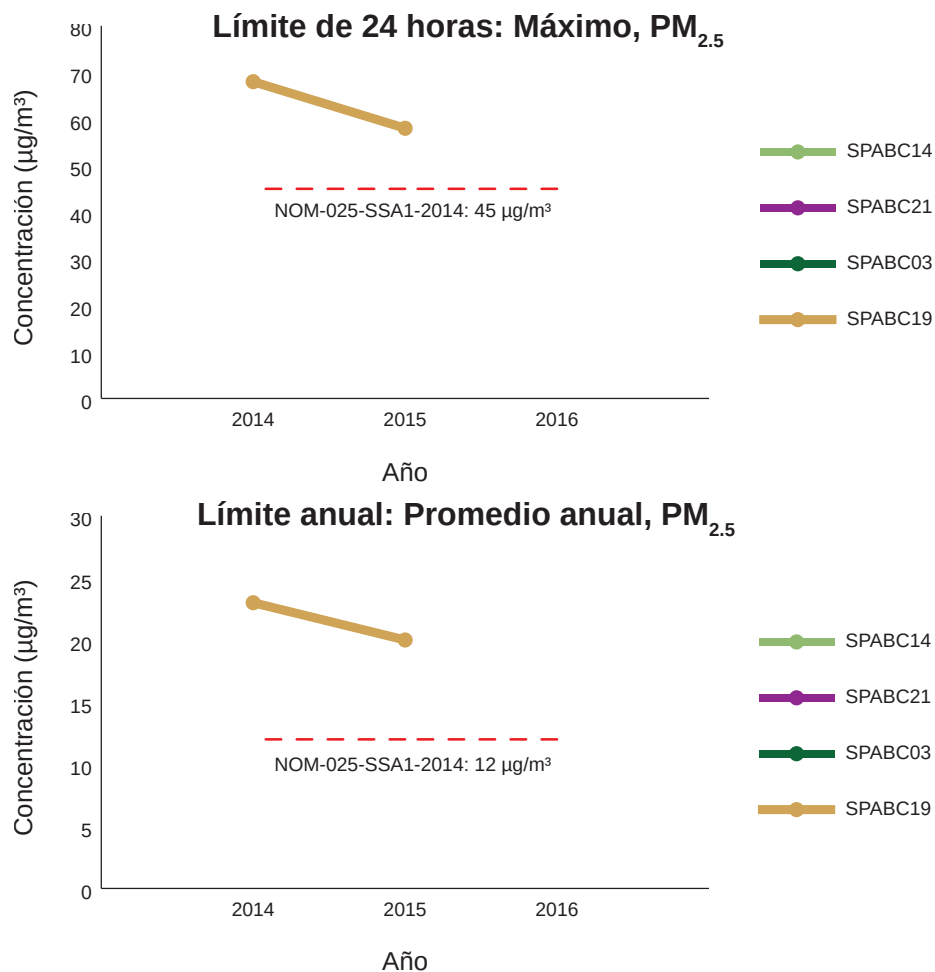
El Cuadro 6 y Figura 9 muestran la evaluación del cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de las PM_{2.5} en los municipios de Tijuana y Mexicali. Como se aprecia sólo fue posible realizar dicha evaluación en el municipio de Mexicali en la estación SPABC19. En las estaciones SPABC03, SPABC21 y SPABC14 no fue posible realizar la evaluación debido a que no se generaron los suficientes datos. Tanto en 2014 como en 2015 se incumplieron los límites de 24 horas y anual al superar los 45 y 15 µg/m³, respectivamente. En 2014 se registraron el máximo y el promedio anual más altos.

Cuadro 6. Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM_{2.5}, 2014 y 2015.

Municipio	Estación	Límite	2014	2015
Tijuana	SPABC03	24 horas	SM	DI
		Anual	SM	DI
		Cumple NOM	NA	DI
	SPABC21	24 horas	SM	DI
		Anual	SM	DI
		Cumple NOM	NA	DI
Mexicali	SPABC14	24 horas	DI	DI
		Anual	DI	DI
		Cumple NOM	DI	DI
	SPABC19	24 horas	68	57
		Anual	23	20
		Cumple NOM	NO	NO

Límite 24 horas = 45 µg/m³
Límite anual = 12 µg/m³
DI = Datos insuficientes
SM = Sin medición, ya sea porque la estación todavía no operaba, no estaba activa o estaba fuera de operación
Fuente: Elaboración propia con datos del SPABC.

NA = No se aplica
NO = No cumple con el límite
SÍ = Sí cumple con el límite



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 9. Cumplimiento de la NOM de PM_{2.5} en el periodo 2014-2015.

2.3.1.3 Ozono (O₃)

En el Cuadro 7 y Figura 10 se muestra el cumplimiento de la NOM-020-SSA1-2014 de O₃, para los dos límites especificados en la misma. Del cuadro destaca que al igual que en las PM, durante el periodo 2006 a 2015 este Sistema de Monitoreo Atmosférico registró problemas operativos que provocaron que varias de las estaciones que miden O₃ estuvieran fuera de operación, o bien que generaran poca información, incluso en Ensenada no fue posible llevar la evaluación en ninguno de los años de medición. Del cuadro y la gráficas se aprecia que en los municipios de Tijuana, Mexicali, Tecate y Rosarito en al menos una estación de monitoreo y uno de los años del periodo evaluado se supera el límite de 1 hora, o bien el de 8 horas.

En Tijuana no fue posible realizar la evaluación en los últimos tres años analizados en ninguna de las tres estaciones de monitoreo. En las estaciones SPABC01 y SPABC05 en los tres primeros años evaluados se rebasaron ligeramente los límites de 1 hora o el de 8 horas. La estación SPABC03 cumple con los dos límites en los años que se generó suficiente información para su evaluación.

En Mexicali fue posible llevar a cabo la evaluación de la norma de ozono en los últimos 4 años en la estación SPABC19, misma que se incumplió al superarse los límites de 1 hora y 8 horas, respectivamente, en cada uno de los años. Los valores máximos registrados fueron de 0.124 ppm y 0.105 ppm en 2013. Respecto a las demás estaciones en los años que fue posible llevar a cabo la evaluación la norma se incumplió ya sea porque se superaron los dos valores límite o se superó alguno de ellos.

En Tecate en todos los años que fue posible realizar la evaluación de la norma ésta se incumplió ya sea porque se superaron los dos valores límite o bien el de 8 horas. En Rosarito la norma se cumplió en los años 2007, 2009 y 2010 y se incumplió en 2006 y 2008, siendo por lo menos, para los años en que fue posible su evaluación, el municipio que registró junto con la estación SPABC03 de Tijuana las concentraciones más bajas.

Cuadro 7. Cumplimiento de la NOM-020-SSA1-2014 de O₃, 2006-2015.

Municipio	Estación	Límite	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tijuana	SPABC01	1 hora	0.099	0.090	0.084	0.087	0.079	DI	0.071	DI	DI	SM
		8 horas	DI	0.080	0.068	0.067	0.064	DI	0.051	DI	DI	SM
		Cumple NOM	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	DI	SÍ	DI	DI	NA
	SPABC03	1 hora	0.062	DI	DI	0.090	DI	0.054	0.057	DI	DI	DI
		8 horas	DI	DI	DI	0.061	DI	0.044	0.050	DI	DI	DI
		Cumple NOM	DI	DI	DI	SÍ	DI	SÍ	SÍ	DI	DI	DI
	SPABC05	1 hora	0.081	0.091	DI	0.090	0.072	DI	SM	SM	SM	SM
		8 horas	0.072	DI	0.075	0.064	0.066	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	NO	DI	NO	SÍ	SÍ	DI	NA	NA	NA	NA
Mexicali	SPABC12	1 hora	0.125	0.172	0.112	0.098	0.137	0.163	0.100	0.098	SM	SM
		8 horas	0.108	0.142	0.085	0.073	0.099	0.125	0.086	0.074	SM	SM
		Cumple NOM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA
	SPABC10	1 hora	0.137	0.162	0.113	0.109	0.126	SM	SM	SM	SM	SM
		8 horas	0.107	0.142	0.085	0.085	0.094	SM	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	NO	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA
	SPABC14	1 hora	0.108	0.116	0.106	0.083	0.102	0.095	0.099	0.112	0.110	DI
		8 horas	0.084	0.098	0.081	DI	0.076	0.072	0.093	0.098	0.081	DI
		Cumple NOM	NO	NO	NO	DI	NO	NO	NO	NO	NO	DI
	SPABC18	1 hora	0.109	0.096	0.118	0.084	0.134	DI	SM	SM	SM	SM
		8 horas	0.090	0.082	0.105	0.071	0.093	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	NO	NO	NO	NO	NO		NA	NA	NA	NA
	SPABC19	1 hora	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0.110	0.124	0.106	0.102
		8 horas	SM	SM	SM	SM	SM	SM	0.096	0.105	0.088	0.077
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO	NO	NO
	SPABC22	1 hora	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	SM	0.097	SM
		8 horas	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	SM	0.070	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	NA	NO	NA
Ensenada	SPABC20	1 hora	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	DI	SM
		8 horas	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	DI	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	DI	DI	NA
Tecate	SPABC23	1 hora	0.117	0.103	0.094	0.092	0.094	DI	DI	SM	0.106	SM
		8 horas	0.091	0.074	0.082	0.073	0.082	0.072	DI	SM	0.091	SM
		Cumple NOM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	DI	NA	NO	NA
Rosarito	SPABC04	1 hora	0.098	0.071	0.082	0.075	0.084	DI	SM	DI	DI	SM
		8 horas	0.072	0.065	0.071	0.058	0.05	DI	SM	SM	DI	SM
		Cumple NOM	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	DI	NA	NA	DI	NA

Límite 1 hora = 0.095 ppm

Límite 8 horas = 0.070 ppm

DI = Datos insuficientes

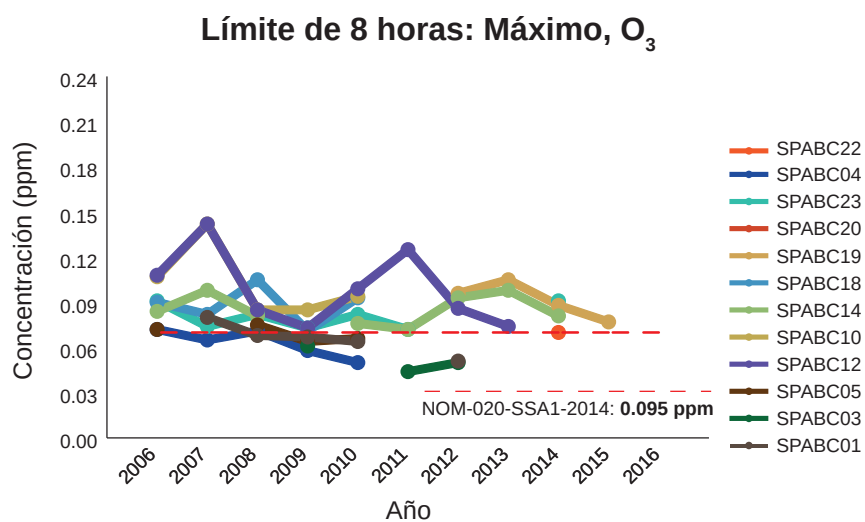
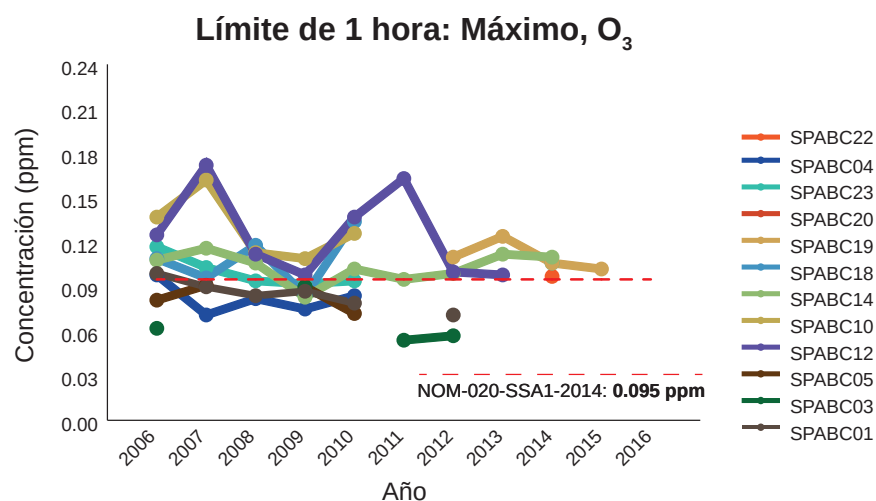
SM = Sin medición, ya sea porque la estación todavía no operaba, no estaba activa o estaba fuera de operación

NA = No se aplica

NO = No cumple con el límite

SÍ = Sí cumple con el límite

Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 10. Cumplimiento de la NOM de O₃ en el periodo 2006-2015.

2.3.1.4 Bióxido de azufre (SO₂)

En relación al SO₂ en el Cuadro 8 y Figura 11 se ilustra la evaluación del cumplimiento de la NOM-022-SSA1-2010 de SO₂ en Baja California. Del cuadro y las gráficas se aprecia que el contaminante sólo se midió para el periodo de análisis en una estación de cada uno de los municipios de Tijuana, Mexicali y Rosarito. En los últimos tres años se generó poca información o el contaminante no se midió, en los años anteriores también hay varios en los que no se generó la información suficiente para realizar la evaluación en ninguna de las estaciones. Con respecto al cumplimiento de la norma, los tres límites se cumplieron al encontrarse cada uno de los indicadores con el que se evalúa por debajo de los límites establecidos en la misma. Sin embargo, no fue posible establecer una tendencia debido a la falta de información.

Cuadro 8. Cumplimiento de la NOM-022-SSA1-2010 de SO₂, 2006-2015.

Municipio	Estación	Límite	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tijuana	SPABC03	8 horas	DI	DI	DI	DI	DI	0.028	0.024	DI	DI	DI
		24 horas	DI	DI	DI	DI	DI	0.013	0.018	DI	DI	DI
		Anual	DI	DI	DI	DI	DI	0.003	0.006	DI	DI	DI
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	SÍ	SÍ	DI	DI	DI
Mexicali	SPABC12	8 horas	DI	DI	0.013	0.019	DI	DI	DI	DI	SM	SM
		24 horas	DI	0.011	0.011	0.014	DI	DI	DI	DI	SM	SM
		Anual	DI	DI	0.003	0.007	DI	DI	DI	DI	SM	SM
		Cumple NOM	DI	DI	SÍ	SÍ	DI	DI	DI	DI	NA	NA
Rosarito	SPABC04	8 horas	0.028	0.006	0.015	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		24 horas	0.010	0.003	0.008	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Anual	0.001	0.000	0.001	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	SÍ	SÍ	SÍ	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA

Límite 8 horas = 0.200 ppm

Límite 24 horas = 0.110 ppm

Límite anual = 0.025ppm

DI = Datos insuficientes

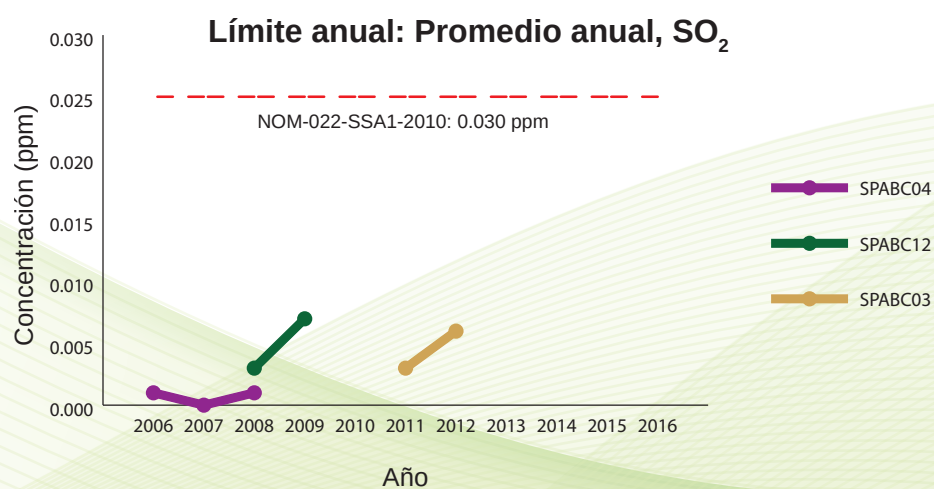
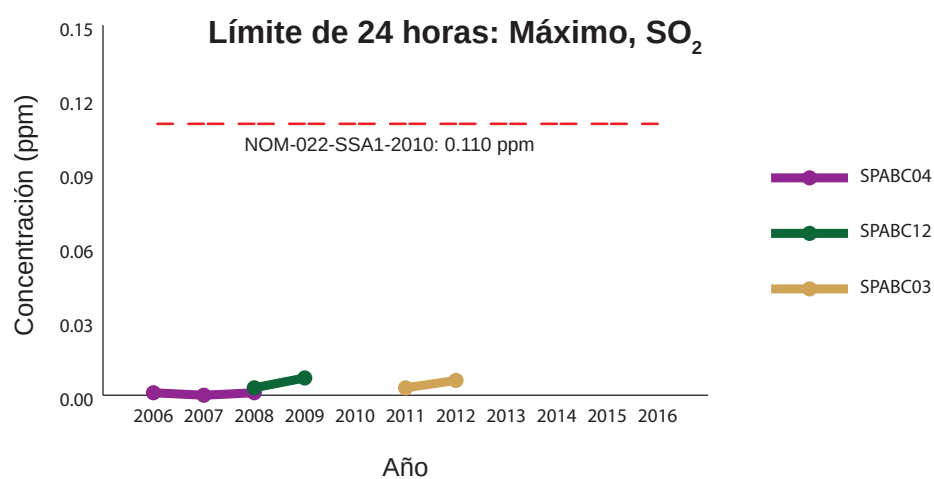
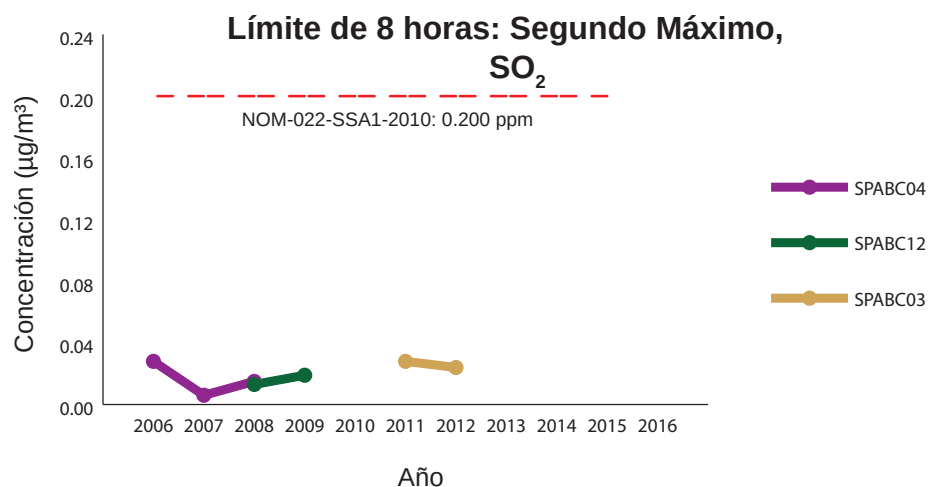
SM = Sin medición, ya sea porque la estación todavía no operaba, no estaba activa o estaba fuera de operación

NA = No se aplica

NO = No cumple con el límite

SÍ = Sí cumple con el límite

Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 11. Cumplimiento de la NOM de SO_2 en el periodo 2006-2015.

2.3.1.5 Bióxido de nitrógeno (NO₂)

En el Cuadro 9 y Figura 12 se ilustra la evaluación del cumplimiento de la NOM-023-SSA1-1993 de NO₂ en Baja California. Del cuadro y las gráficas se aprecia que al igual que en el caso del SO₂, en los últimos tres años se generó poca información o el contaminante no se midió, en los años anteriores también hay varios en los cuales no se generó la información suficiente en las tres estaciones para realizar la evaluación. Se presentó incumplimiento del límite de 1 hora de NO₂ en el año 2012 en la estación SPABC23 ubicada en el municipio de Tecate al rebasar ligeramente el valor de 0.210 ppm. Tampoco, al igual que en el SO₂, es posible establecer una tendencia del contaminante debido a la falta de información.

Cuadro 9. Cumplimiento de la NOM-023-SSA1-2014 de NO₂, 2006-2015.

Municipio	Estación	Límite	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tijuana	SPABC01	1 hora	0.100	0.095	0.110	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM
		Cumple NOM	SÍ	SÍ	SÍ	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA
	SPABC03	1 hora	0.157	DI	0.156	0.141	0.081	DI	DI	SM	SM	DI
		Cumple NOM	SÍ	DI	SÍ	SÍ	SÍ	DI	DI	NA	NA	DI
	SPABC05	1 hora	0.074	DI	SM	SM	SM	DI	DI	SM	SM	SM
		Cumple NOM	SÍ	DI	NA	NA	NA	DI	DI	NA	NA	NA
Mexicali	SPABC12	1 hora	0.123	DI	0.105	0.124	0.099	0.091	DI	DI	SM	SM
		Cumple NOM	SÍ	DI	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	DI	DI	NA	NA
	SPABC10	1 hora	DI	0.101	0.115	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	DI	SÍ	SÍ	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA
	SPABC14	1 hora	DI	DI	DI	0.113	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Cumple NOM	DI	DI	DI		DI	DI	DI	DI	DI	DI
	SPABC18	1 hora	0.085	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	SÍ	DI	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA
	SPABC19	1 hora	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	SM	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	DI	NA	NA
	SPABC22	1 hora	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	SM	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	DI	NA	NA
Ensenada	SPABC20	1 hora	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	SM	SM	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	NA	NA	NA
Tecate	SPABC23	1 hora	DI	DI	DI	DI	0.075	DI	0.219	SM	DI	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	SÍ	DI	NO	NA	DI	NA
Rosarito	SPABC04	1 hora	0.082	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	SÍ	DI	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA

Límite 1 hora = 0.21 ppm

DI = Datos insuficientes

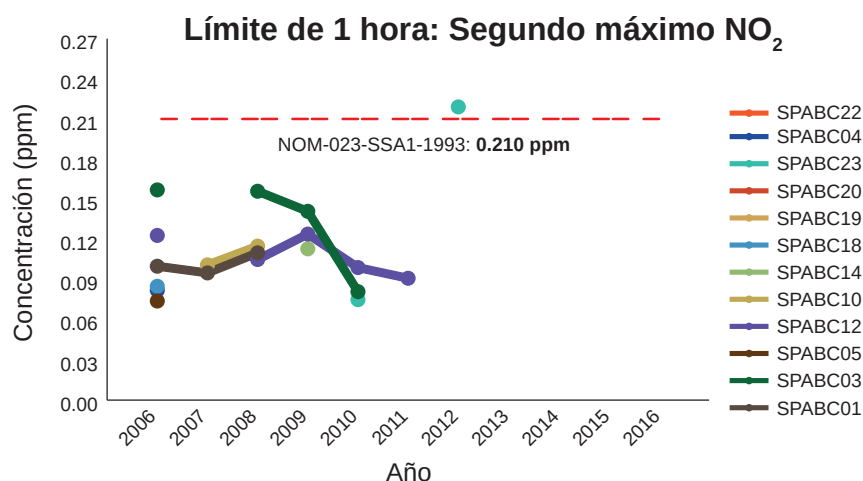
SM = Sin medición, ya sea porque la estación todavía no operaba, no estaba activa o estaba fuera de operación

NA = No se aplica

NO = No cumple con el límite

SÍ = Sí cumple con el límite

Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 12. Cumplimiento de la NOM de NO₂ en el periodo 2006-2015.

2.3.1.6 Monóxido de carbono (CO)

En el Cuadro 10 y Figura 13 se ilustra la evaluación del cumplimiento de la NOM-021-SSA1-1993 de CO en Baja California. Del cuadro y las gráficas se aprecia que al igual que en los contaminantes anteriores se generó poca información o el contaminante no se midió. Se presentó incumplimiento del límite de 8 horas de CO en dos estaciones ubicadas en el municipio de Mexicali al rebasar el valor de 11 ppm (SPABC12 y SPABC14). El valor del segundo máximo de 8 horas más alto se registró en la estación SPABC14 el año 2013 con una concentración de 14.3 ppm, seguida de la concentración registrada en 2015 de 13.6 ppm. Al igual que en los demás contaminantes no fue posible establecer una tendencia debido a la falta de información.

Cuadro 10. Cumplimiento de la NOM-021-SSA1-2014 de CO, 2006-2015.

Municipio	Estación	Límite	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tijuana	SPABC01	8 horas	DI	DI	2.7	2.8	2.6	2.4	2.4	2.6	DI	SM
		Cumple NOM	DI	DI	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	DI	NA
	SPABC03	8 horas	DI	DI	DI	4.7	4.1	5.2	4.0	4.7	DI	DI
		Cumple NOM	DI	DI	DI	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	DI	DI
	SPABC05	8 horas	DI	DI	DI	1.9	1.8	DI	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	SÍ	SÍ	DI	NA	NA	NA	NA
Mexicali	SPABC12	8 horas	11.6	DI	8.3	DI	DI	DI	8.5	DI	SM	SM
		Cumple NOM	NO	DI	SÍ	DI	DI	DI	SÍ	DI	NA	NA
	SPABC10	8 horas	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	NA	NA	NA	NA	NA
	SPABC14	8 horas	12.0	DI	DI	DI	DI	13.2	14.3	DI	DI	13.6
		Cumple NOM	NO	DI	DI	DI	DI	NO	NO	DI	DI	NO
	SPABC18	8 horas	DI	DI	3.0	DI	SM	SM	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	DI	DI	SÍ	DI	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	SPABC19	8 horas	SM	SM	SM	SM	SM	SM	7.5	DI	6.3	DI
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	SÍ	DI	SÍ	DI
	SPABC22	8 horas	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	DI	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	DI	DI	NA
Ensenada	SPABC20	8 horas	SM	SM	SM	SM	SM	SM	DI	DI	DI	SM
		Cumple NOM	NA	NA	NA	NA	NA	NA	DI	DI	DI	NA
Tecate	SPABC23	8 horas	DI	DI	DI	DI	DI	DI	2.0	SM	DI	SM
		Cumple NOM	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SÍ	NA	DI	NA
Rosarito	SPABC04	8 horas	3.2	2.2	DI	DI	DI	2.0	SM	SM	SM	SM
		Cumple NOM	SÍ	SÍ	DI	DI	DI	SÍ	NA	NA	NA	NA

Límite 8 horas = 11 ppm, sin traslape de información con el valor máximo.

DI = Datos insuficientes

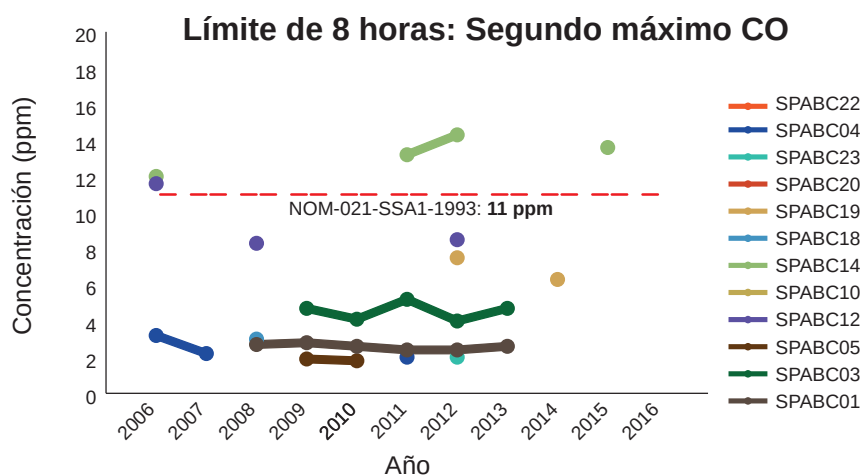
SM = Sin medición, ya sea porque la estación todavía no operaba, no estaba activa o estaba fuera de operación

NA = No se aplica

NO = No cumple con el límite

SÍ = Sí cumple con el límite

Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

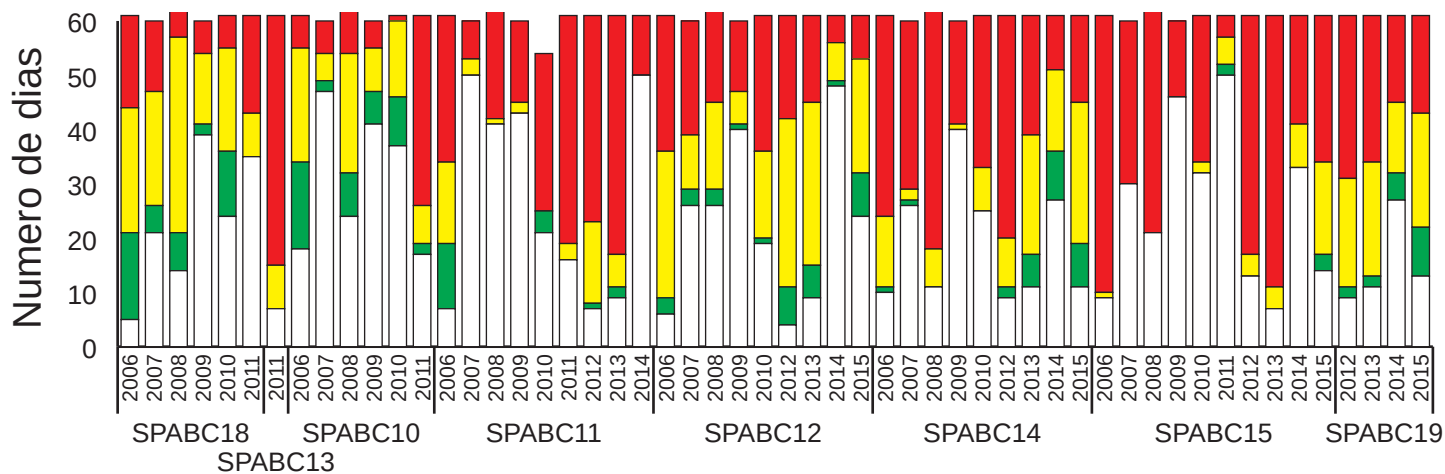
Figura 13. Cumplimiento de la NOM de CO en el periodo 2006-2015.

2.3.2 Distribución de días buenos, regulares y malos

En las siguientes figuras se muestra el número de días buenos, regulares y malos de las PM_{10} , $PM_{2.5}$, el O_3 , el SO_2 , el NO_2 y CO por estación de monitoreo y para cada uno de los municipios de Baja California en el periodo de análisis. Es de destacar de manera general que en los cinco municipios el número de días en que no se pudieron calificar los días fue bastante importante, llegando en algunas estaciones de más del 50% de los días en un año calendario.

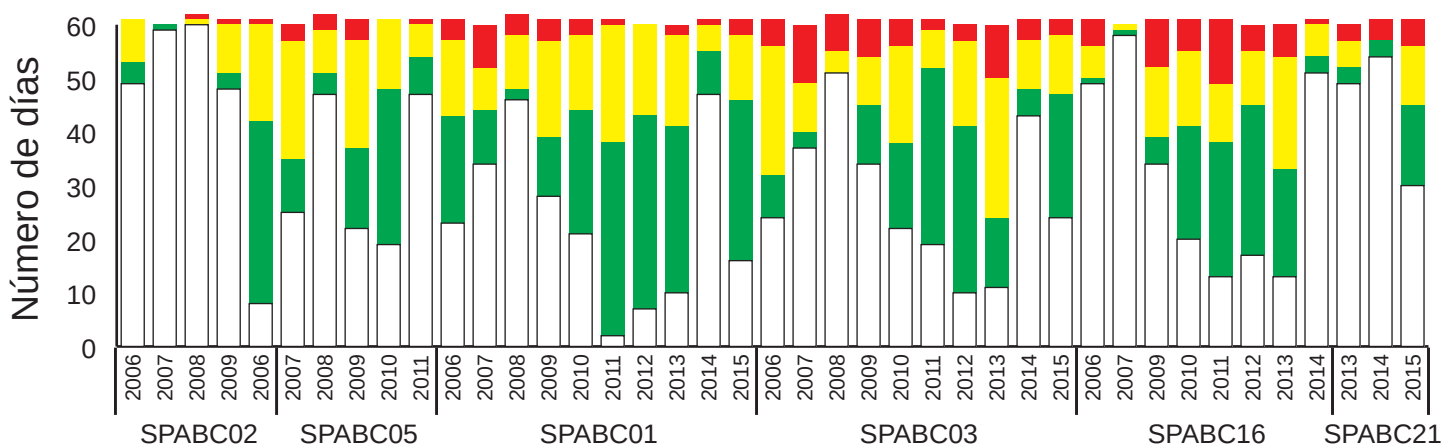
2.3.2.1 Distribución de días buenos, regulares y malos para PM_{10}

De la Figura 14 es evidente que en todos los años y en los cinco municipios de Baja California hubo un número importante de días en los que no se llevaron a cabo o se invalidaron los muestreos manuales de PM_{10} de cada seis días. Mexicali fue el que presentó el problema más severo por PM_{10} con el mayor número de días malos en todo el periodo de análisis, en todos los años en al menos una estación con alrededor o más del 50% de los días muestreados en color rojo, es decir con mala calidad del aire (muestreos por arriba de $75 \mu g/m^3$). Tijuana, Tecate y Rosarito también presentaron, aunque en un menor número, días en color rojo para este contaminante.



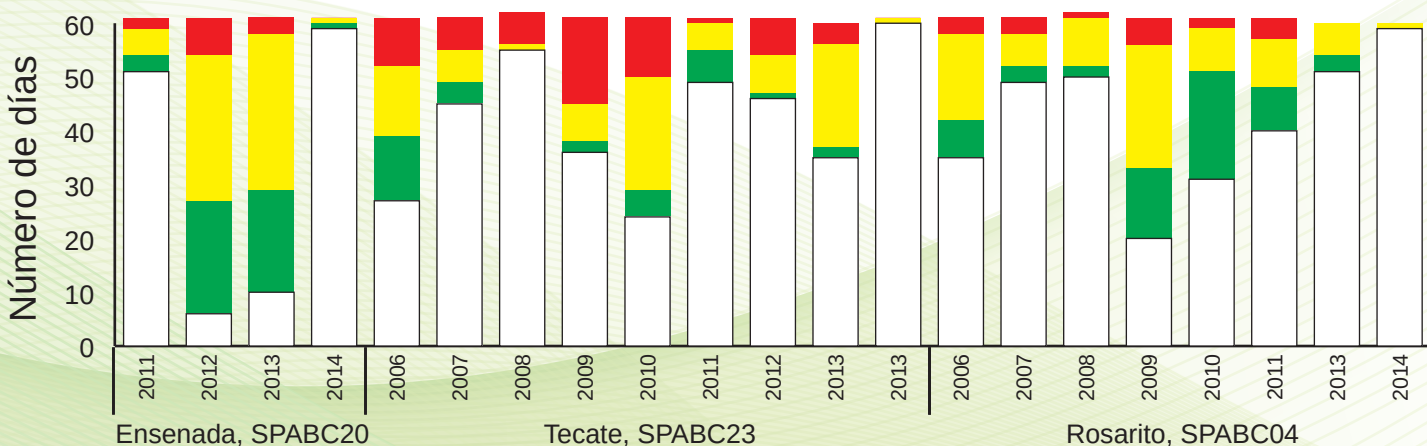
Estaciones de monitoreo en Tijuana

○ Datos insuficientes ● Buenos ● Regulares ● Malos



Estaciones de monitoreo en Tijuana

○ Datos insuficientes ● Buenos ● Regulares ● Malos



Estaciones de monitoreo

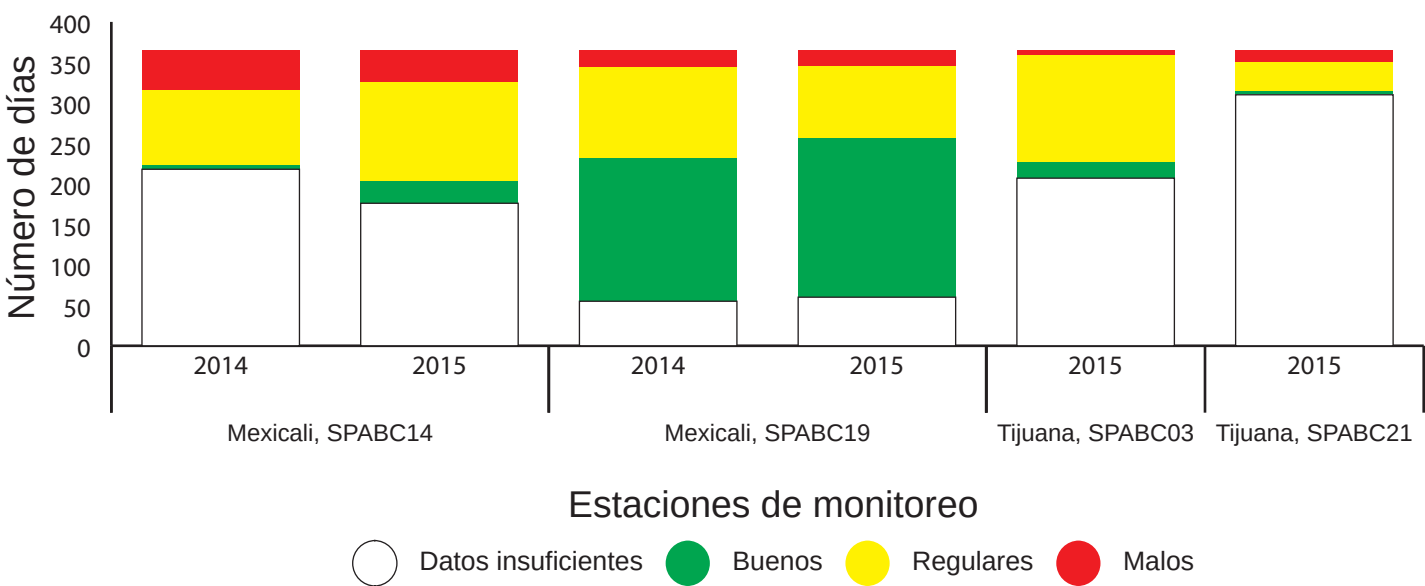
○ Datos insuficientes ● Buenos ● Regulares ● Malos

Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 14. Distribución de días buenos, regulares y malos de PM₁₀.

2.3.2.2 Distribución de días buenos, regulares y malos para PM_{2.5}

En la Figura 15 se muestran los días con calificativo de bueno, regular y malo de las PM_{2.5} en los dos municipios que miden el contaminante, Mexicali y Tijuana. En todas las estaciones donde se midió el contaminante se calificaron varios días con calidad del aire mala, el mayor número de días se registró en la estación SPABC14 en 2014 y 2015 en el municipio de Mexicali, 49 y 39 respectivamente; sin embargo, estos podrían ser más, debido a que en la mayor parte de días del año no fue posible calificar la calidad del aire porque los datos fueron insuficientes o no se midió el contaminante. La estación SPABC19 es la que presentó el mayor número de registros que permitieron calificar un mayor número de días en el año su calidad del aire. En las estaciones de Tijuana la calidad del aire fue mala en 6 y 15 días en las estaciones SPABC03 y SPABC21, respectivamente.

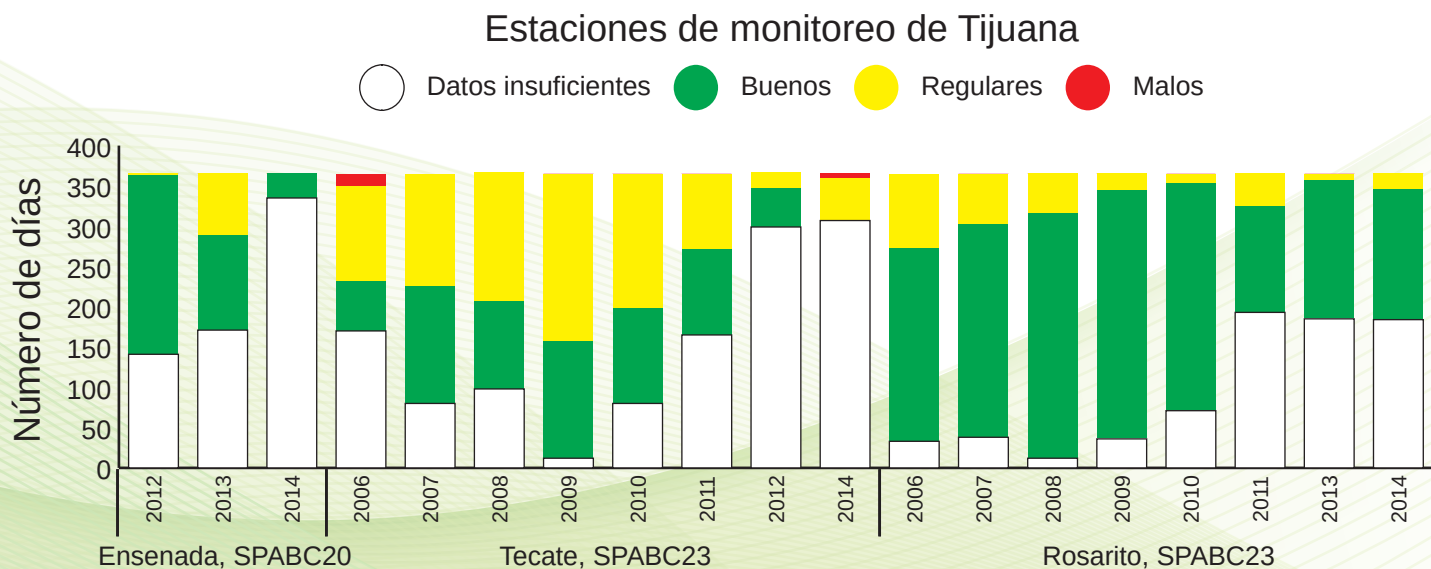
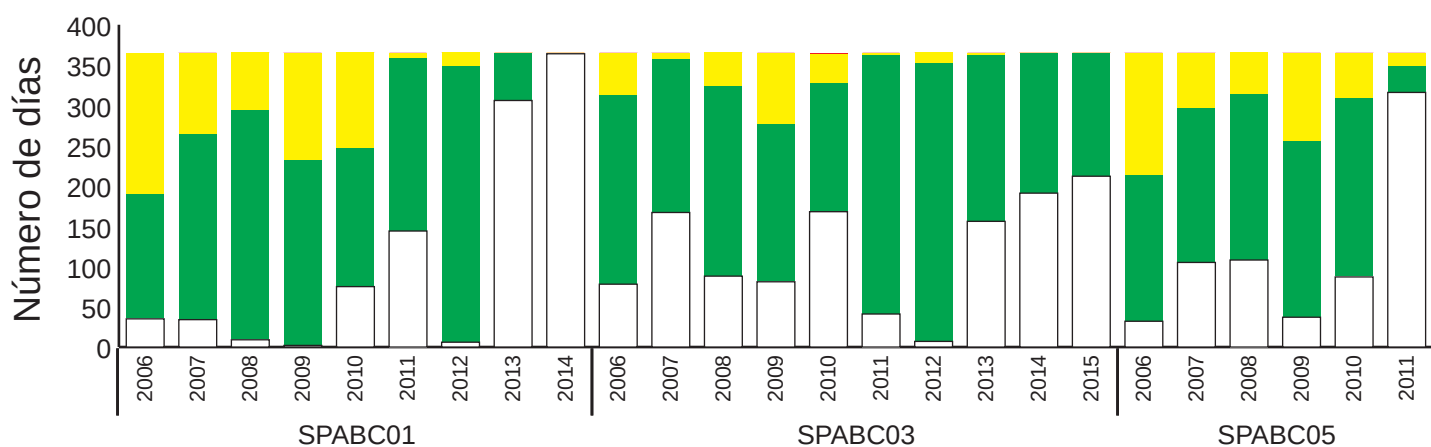
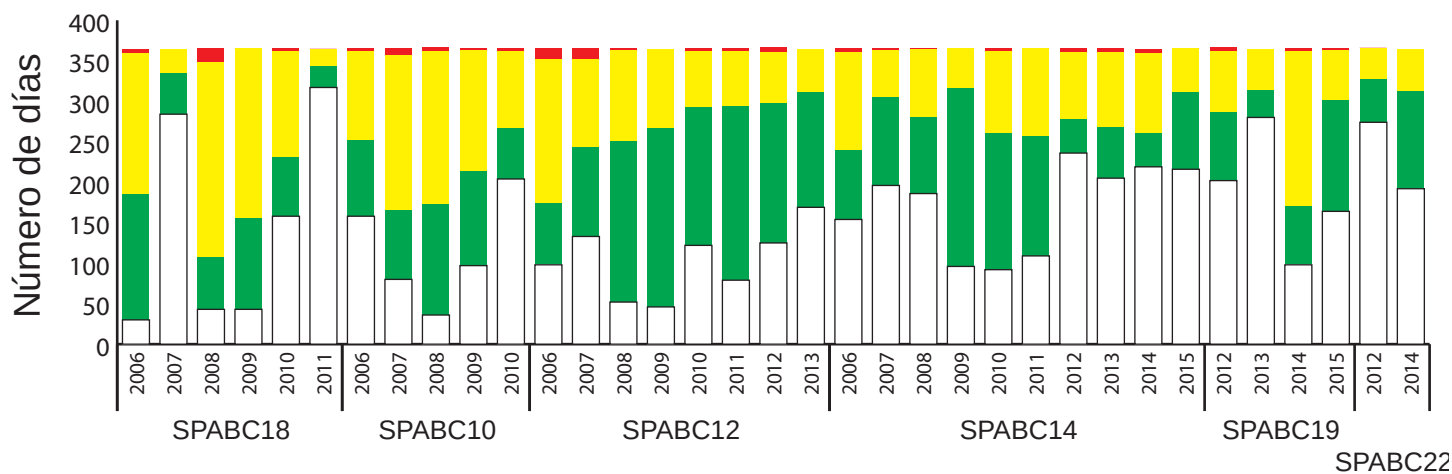


Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 15. Distribución de días buenos, regulares y malos de PM_{2.5}.

2.3.2.3 Distribución de días buenos, regulares y malos para O₃

En el O₃ también fue Mexicali el municipio que presentó el mayor número de días en rojo, es decir con mala calidad del aire, los años con el mayor número de días con este calificativo se registraron en 2006, 2007 y 2008 en las estaciones SPABC12 y SPABC18 con 13 días la primera en los primeros años y 14 días la segunda en el último año. En Tijuana, Tecate y Rosarito también se presentaron días con mala calidad del aire.

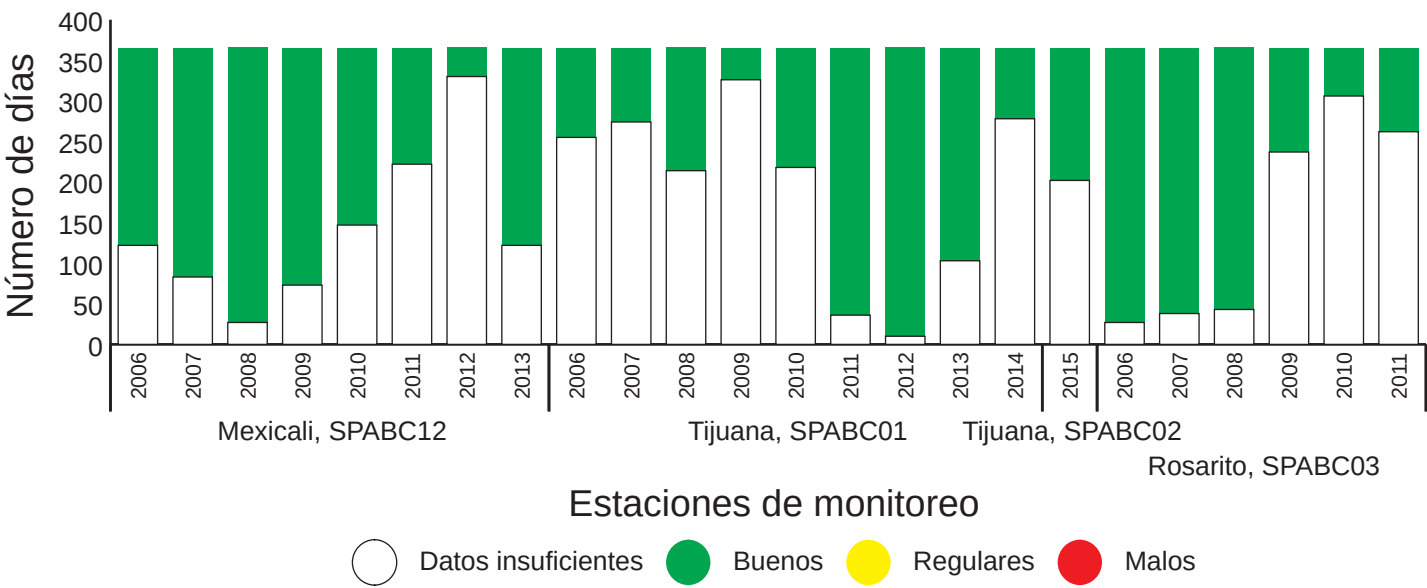


Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 16. Distribución de días buenos, regulares y malos de O_3 .

2.3.2.4 Distribución de días buenos, regulares y malos para SO₂

La distribución de días buenos regulares y malos de SO₂ en las tres estaciones que midieron el contaminante en Baja California revelan que por los menos en los días que se tuvieron registros la calidad del aire se calificó como buena (color verde).

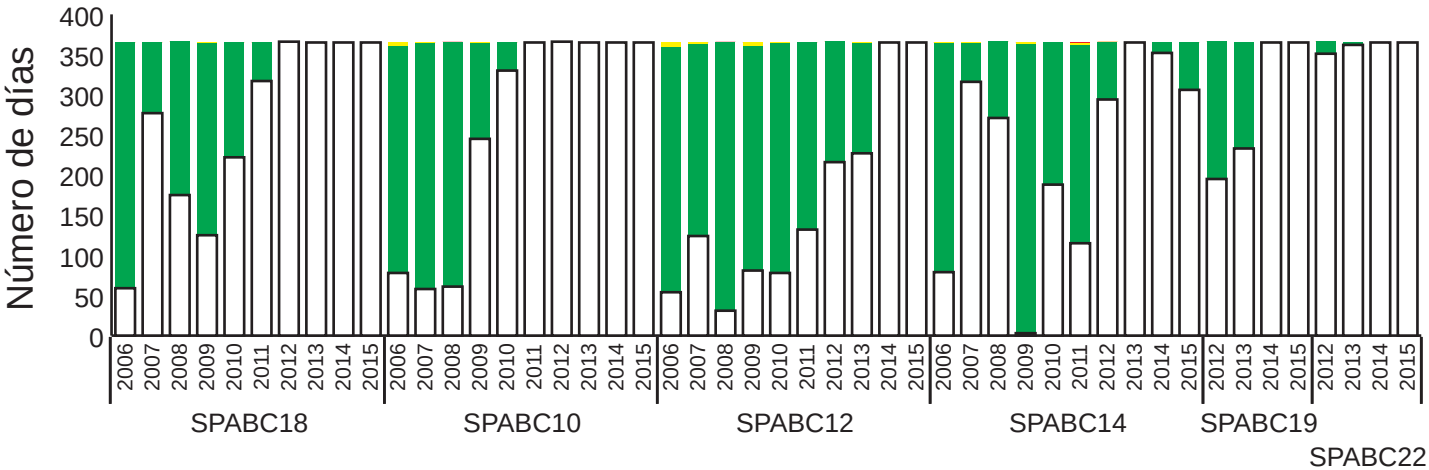


Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 17. Distribución de días buenos, regulares y malos de SO₂.

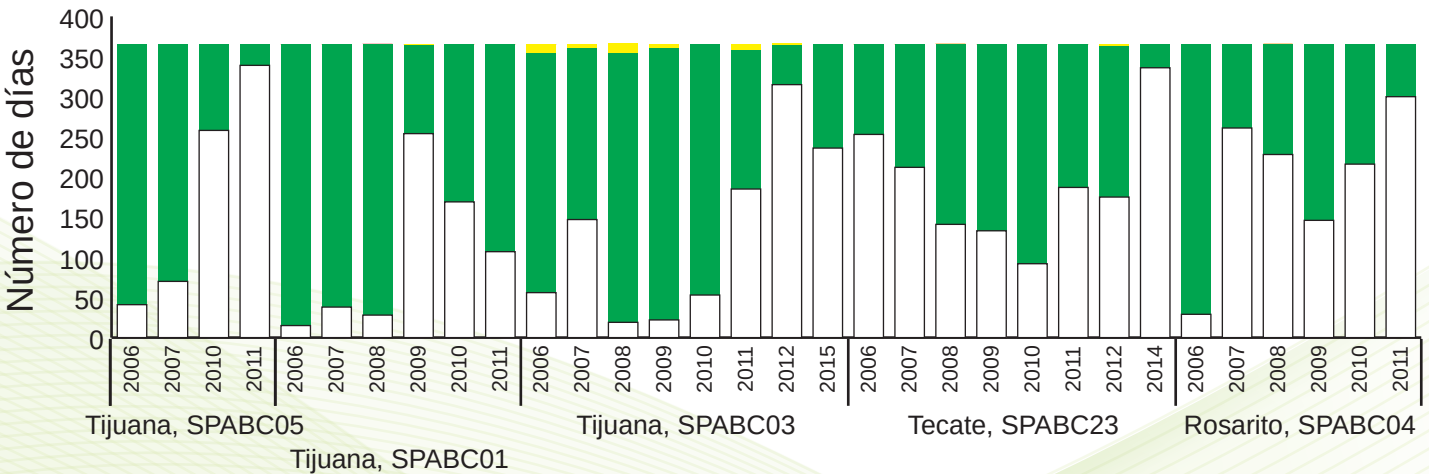
2.3.2.5 Distribución de días buenos regulares y malos para NO₂

De la Figura 18 se aprecia que en general la calidad del aire para el NO₂ se calificó como buena (color verde) con algunos días con calidad del aire regular (color amarillo), en prácticamente todas las estaciones y todos los años. La excepción se presentó en las estaciones SPABC14, en 2011 en Mexicali, y en la de SPABC23, en 2012 en Tecate, que registraron un día con mala calidad del aire (color rojo).



Estaciones de monitoreo en Mexicali

○ Datos insuficientes ● Buenos ● Regulares ● Malos



Estaciones de monitoreo

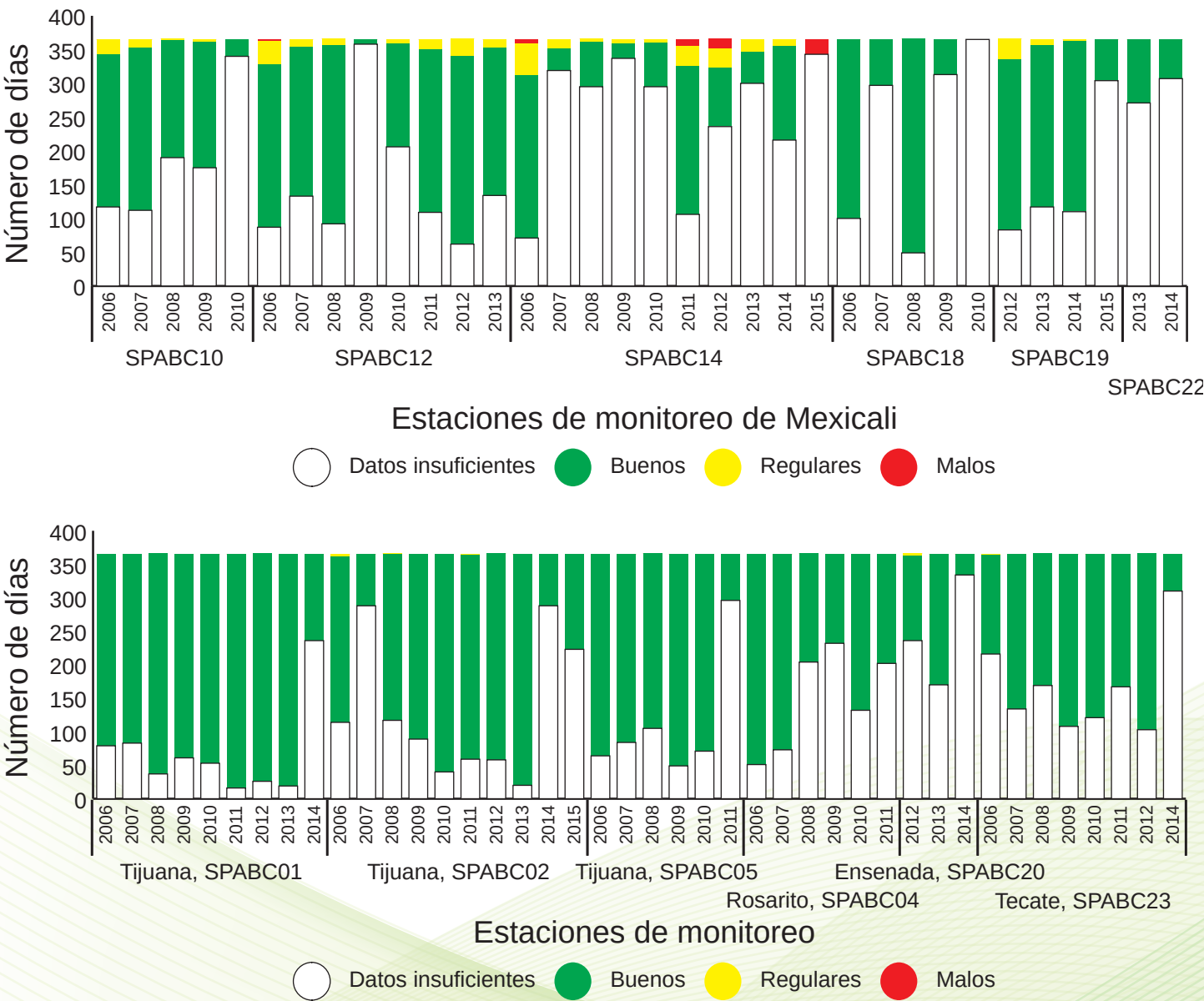
○ Datos insuficientes ● Buenos ● Regulares ● Malos

Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 18. Distribución de días buenos, regulares y malos de NO₂.

2.3.2.6 Distribución de días buenos regulares y malos para CO

De la Figura 19 se aprecia que en general en Mexicali se presentan días buenos, regulares y malos, mientras que en Tijuana, Rosarito, Ensenada y Tecate a calidad del aire por monóxido de carbono, CO, en prácticamente todas las estaciones y todos los años se calificó como buena (color verde), con pocos días con calidad del aire regular (color amarillo). En cambio, en Mexicali aunque también predominaron los días con calidad del aire buena, se presentaron varios días con calidad del aire mala: en 2006 en las estaciones SPABC12 y SPABC14 con tres y seis, respectivamente; en 2011 y 2012 en la estación SPABC14 con 10 y 14 días, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

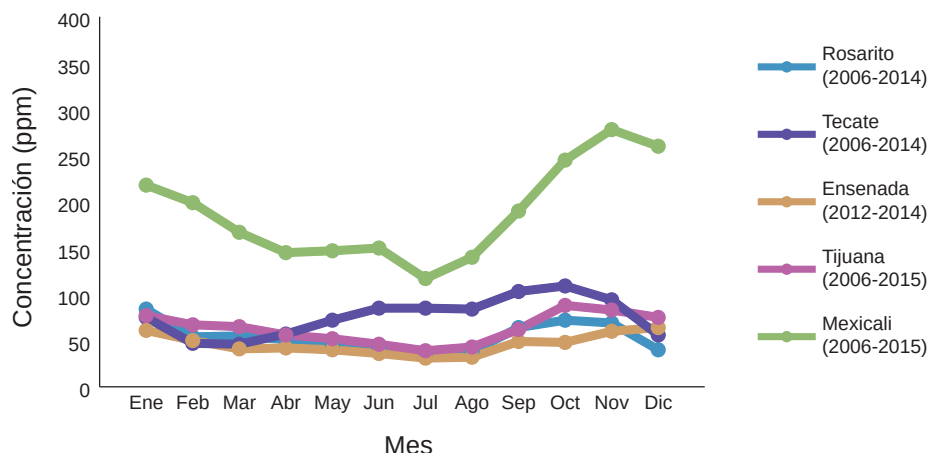
Figura 19. Distribución de días buenos, regulares y malos de CO.

2.3.3 Comportamiento temporal

2.3.3.1 Comportamiento mensual²

El comportamiento mensual de las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO en el periodo de análisis se ilustra en las figuras 20 a 25.

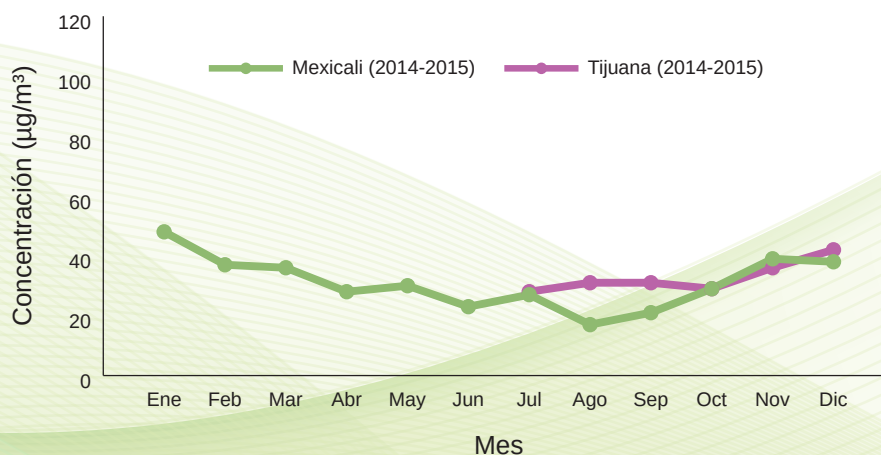
De la Figura 20 se destaca que las PM_{10} presentaron el comportamiento típico del contaminante. Los meses con mayores concentraciones fueron los meses fríos: octubre, noviembre, diciembre y enero. Los meses con menor concentración son los de verano.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 20. Comportamiento mensual de PM_{10} a lo largo del año.

Con respecto de las $PM_{2.5}$ se ilustra la tendencia completa de Mexicali y el segundo semestre de Tijuana, meses en los que se inició la medición del contaminante. En Mexicali se presenta el comportamiento típico del mismo con concentraciones más altas en los meses fríos de noviembre, diciembre y enero.

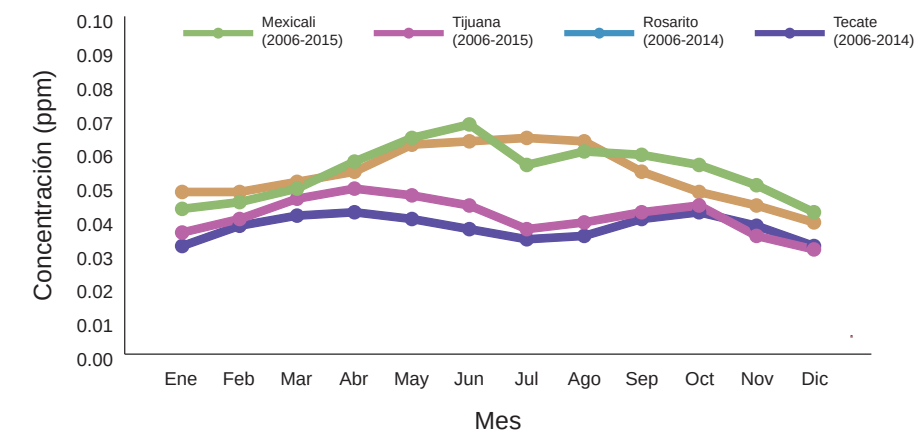


Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 21. Comportamiento mensual de $PM_{2.5}$ a lo largo del año.

²Las siguientes gráficas de comportamiento mensual se construyeron a partir de los datos de monitoreo atmosférico para los años, meses y horas en que se obtuvo información. A partir de esos datos horarios se realizaron promedios diarios de cada uno de los meses del año para cada estación de monitoreo.

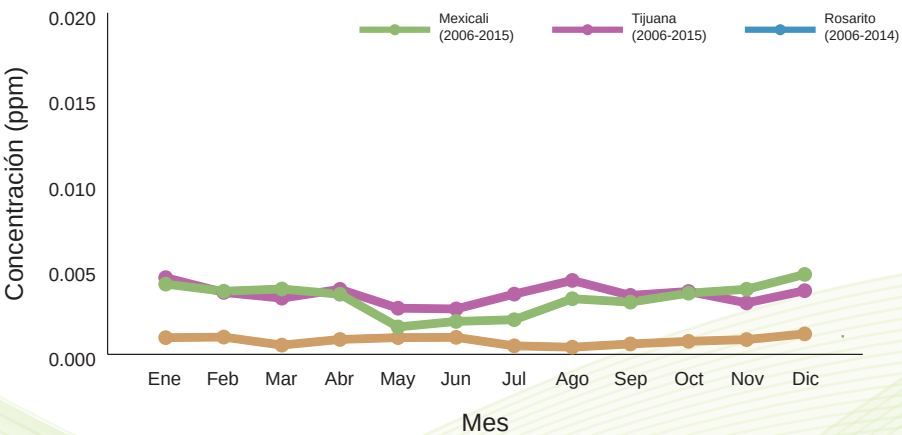
En la Figura 22 se muestra el comportamiento mes a mes del O_3 en los municipios de Mexicali, Tijuana, Tecate y Rosarito. No se presenta la tendencia de Ensenada debido a la poca cantidad de datos que se registraron de la estación de monitoreo. De la gráfica se aprecia que las concentraciones más altas se presentaron en los meses de mayo y junio, característicos de altas temperaturas.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 22. Comportamiento mensual de O_3 a lo largo del año.

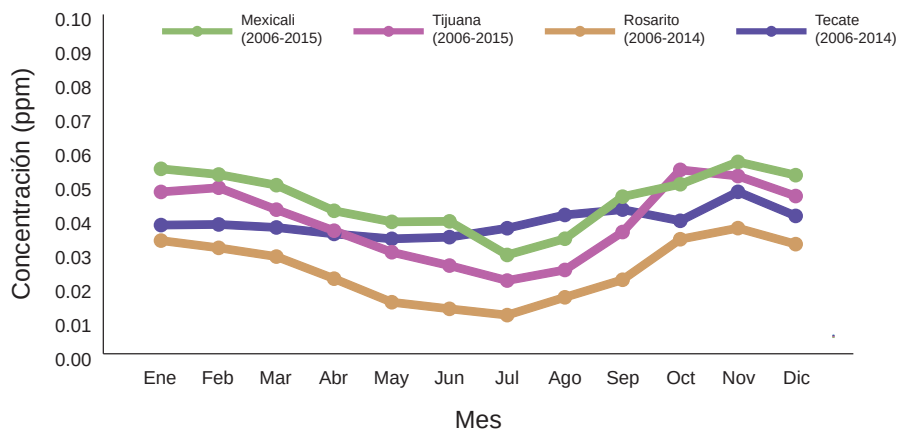
El comportamiento de SO_2 a lo largo del año no muestra mucha variabilidad de un mes a otro, siendo más evidente dicho comportamiento en el municipio de Rosarito. En Mexicali y Tijuana las concentraciones más bajas se presentaron en los meses de mayo y junio.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 23. Comportamiento mensual de SO_2 a lo largo del año.

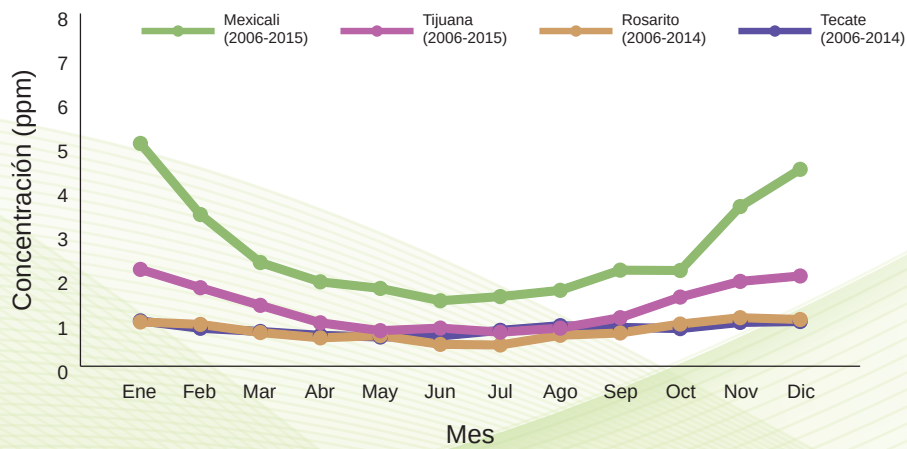
El comportamiento del NO₂ a través de los meses de año se ilustra para los cuatro municipios de Baja California en los que se contó con información suficiente para su cálculo: Mexicali, Tijuana y Tecate y Rosarito (Ver Figura 24). Excepto por Tecate los demás municipios muestran el comportamiento típico del NO₂ con concentraciones bajas en los meses de mayor calor y concentraciones más elevadas en los meses fríos.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 24. Comportamiento mensual de NO₂ a lo largo del año.

Por último el comportamiento de CO a lo largo de los meses del año se ilustra en la Figura 25, de ella se aprecia que en el periodo de análisis Mexicali presentó la mayor variabilidad en las concentraciones promedio con el comportamiento típico del contaminante, concentraciones bajas en los meses cálidos de abril a agosto, y concentraciones más elevadas en los meses fríos de noviembre a febrero. Dicho comportamiento también se aprecia en los municipios de Tijuana y Rosarito, pero con menos variabilidad en las concentraciones. Ensenada no se presenta porque no registró la información suficiente para generar el indicador.



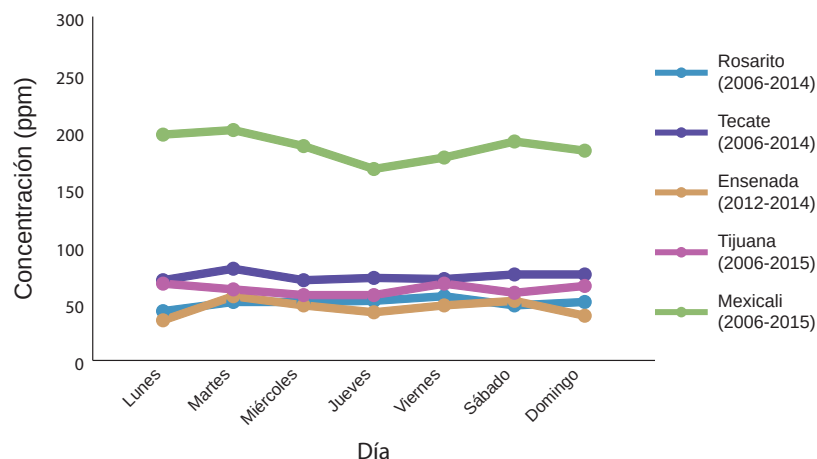
Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 25. Comportamiento mensual de CO a lo largo del año.

2.3.3.2 Comportamiento durante los días de la semana

En esta sección se ilustra el comportamiento de las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO para el periodo de análisis en cada uno de los días de la semana en los 5 municipios de Baja California.

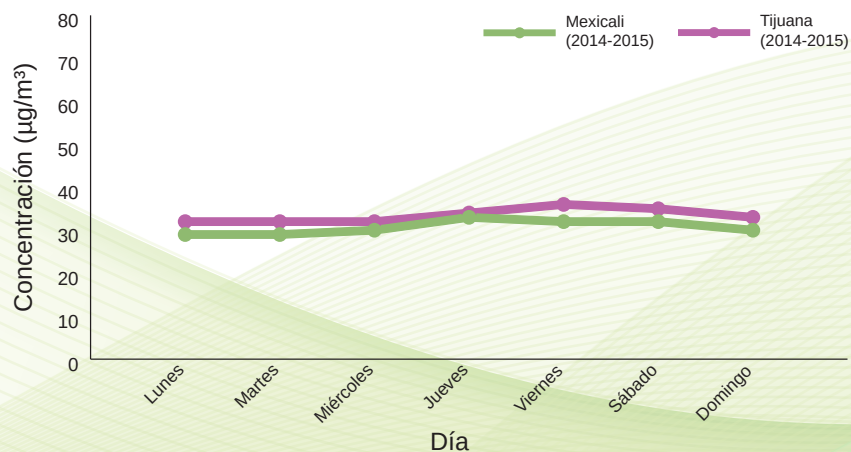
La Figura 26 muestra el comportamiento a lo largo de la semana de los muestreos de 24 horas de las PM_{10} , en Mexicali las mayores concentraciones se registran en los días lunes, martes, miércoles y sábado. En los municipios de Tijuana, Tecate, Ensenada y Rosarito no se aprecia un comportamiento debido a la poca variabilidad de las concentraciones promedio por día de la semana.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 26. Comportamiento de PM_{10} en los días de la semana.

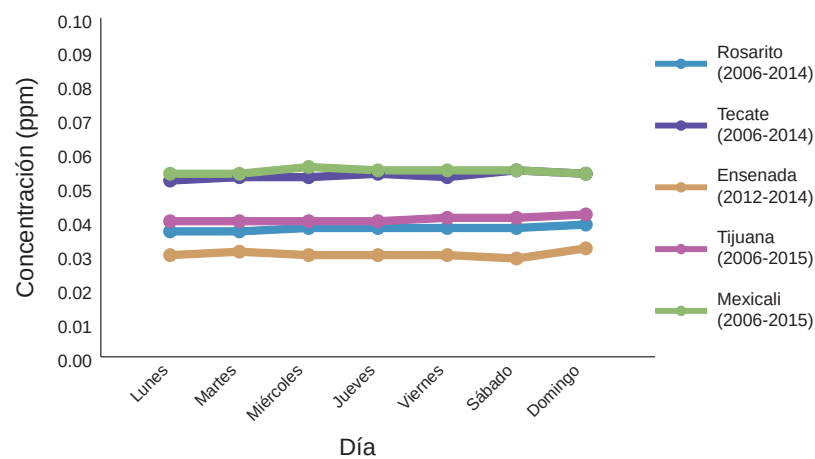
En relación a las $PM_{2.5}$, en los dos municipios en los que se llevó a cabo la medición y a pesar de la poca variabilidad de las concentraciones promedio por día de la semana se aprecia que los días en los que las concentraciones son ligeramente más altas fueron los viernes en Tijuana y los jueves en Mexicali (Ver Figura 27).



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 27. Comportamiento de $PM_{2.5}$ en los días de la semana.

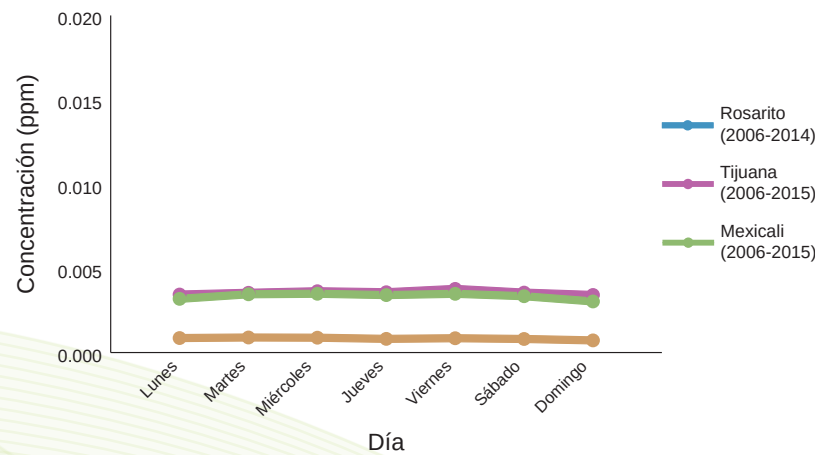
El comportamiento del O_3 por día de la semana se ilustra en la Figura 28, en ella se muestra que las concentraciones promedio permanecieron más o menos constantes durante todos los días de la semana en los cinco municipios.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 28. Comportamiento de O_3 en los días de la semana.

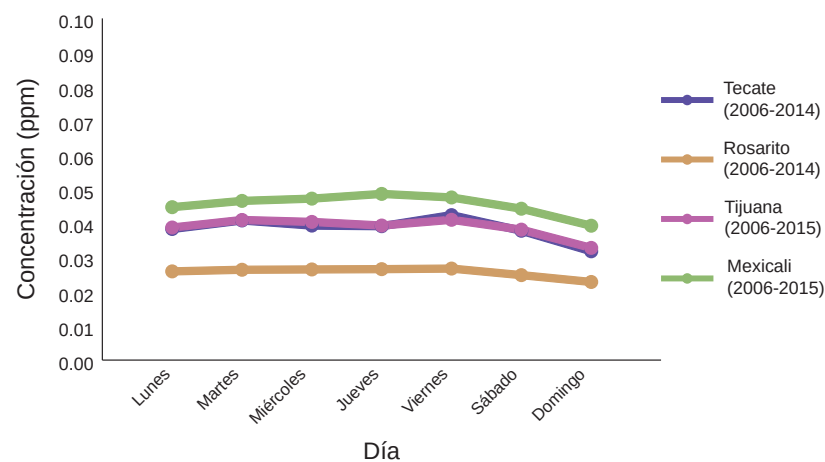
Con respecto al comportamiento del SO_2 por día de la semana, las concentraciones promedio no mostraron variabilidad entre un día y otro (Ver Figura 29).



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 29. Comportamiento de SO_2 en los días de la semana.

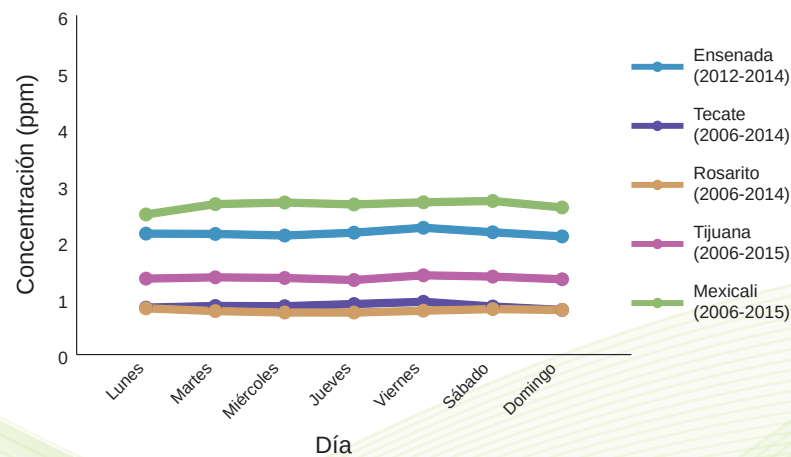
Para el NO₂ las concentraciones promedio por día de la semana presentaron poca variabilidad; sin embargo, de manera general las concentraciones de los días domingo en los cuatro municipios que fue posible obtener el indicador fueron ligeramente más bajas que en el resto de los días de la semana (Ver Figura 30).



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 30. Comportamiento de NO₂ en los días de la semana.

Por último en el CO el comportamiento por día de la semana tampoco mostró variabilidad en las concentraciones promedio como se muestra en la Figura 31.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

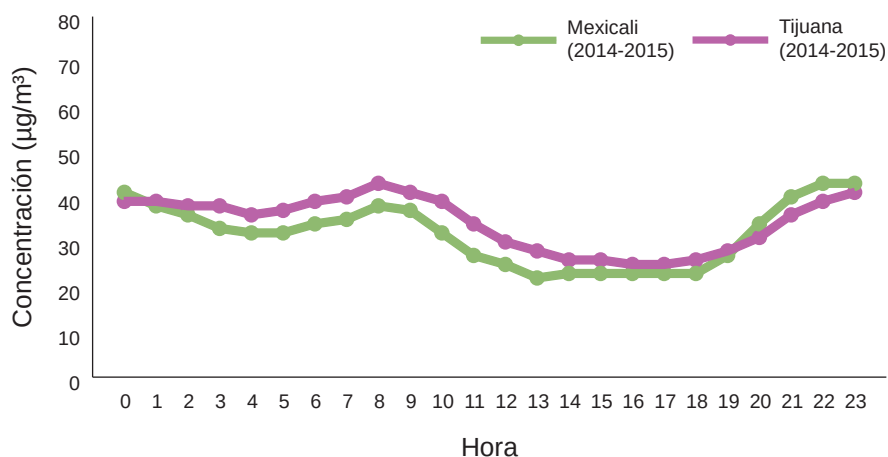
Figura 31. Comportamiento de CO en los días de la semana.

2.3.3.3 Comportamiento durante las horas del día

El comportamiento hora a hora del día de las concentraciones de $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_2 y CO en el periodo de análisis para cada uno de los municipios de Baja California se ilustra en las figuras 32 a 36.

El comportamiento horario de PM_{10} , no se presenta debido a que el tipo de monitoreo que se lleva a cabo en Baja California es manual, es decir se cuenta con una medición usualmente cada seis días.

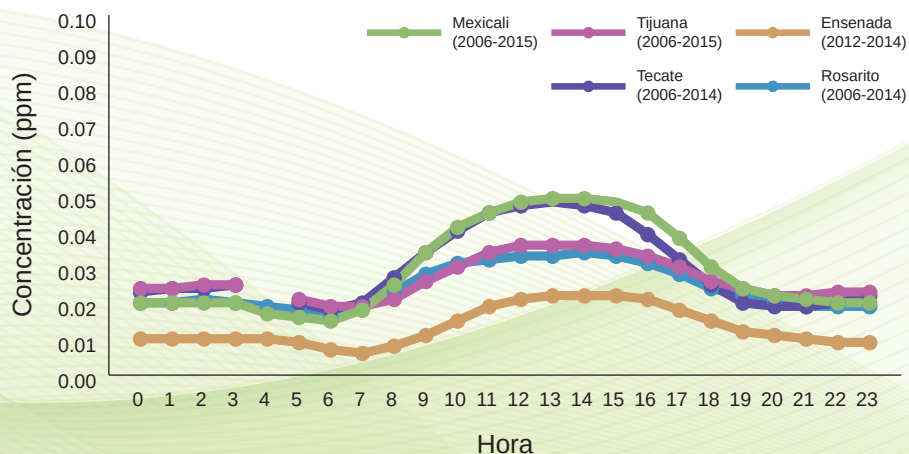
La Figura 32 ilustra el comportamiento de las $PM_{2.5}$ a lo largo del día, se aprecia una distribución bimodal con las concentraciones más altas por la mañana, entre las 7:00 y 10 horas, y por la noche, entre las 20:00 y 23:00 horas.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 32. Comportamiento de $PM_{2.5}$ a lo largo del día.

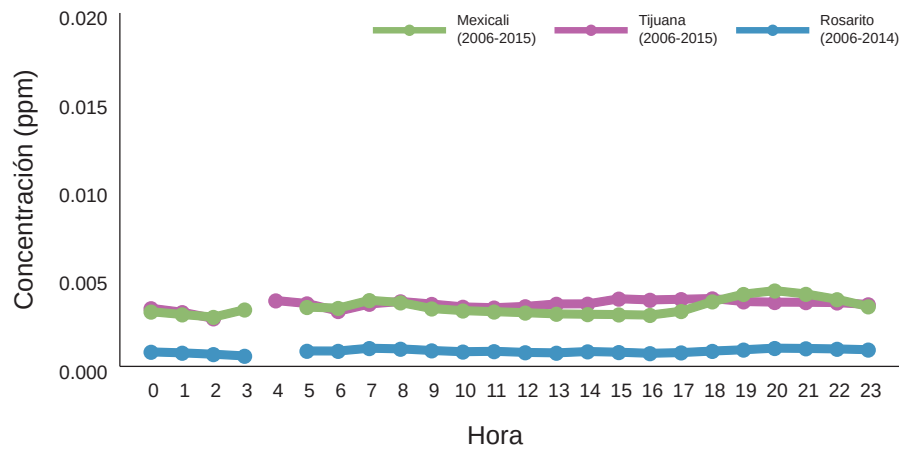
El comportamiento de O_3 a lo largo del día se muestra en la Figura 33 el cual siguió el comportamiento tradicional presentando altas concentraciones entre las 12:00 y 17:00 horas, disminuyendo las concentraciones conforme la radiación solar disminuye.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 33. Comportamiento de O_3 a lo largo del día.

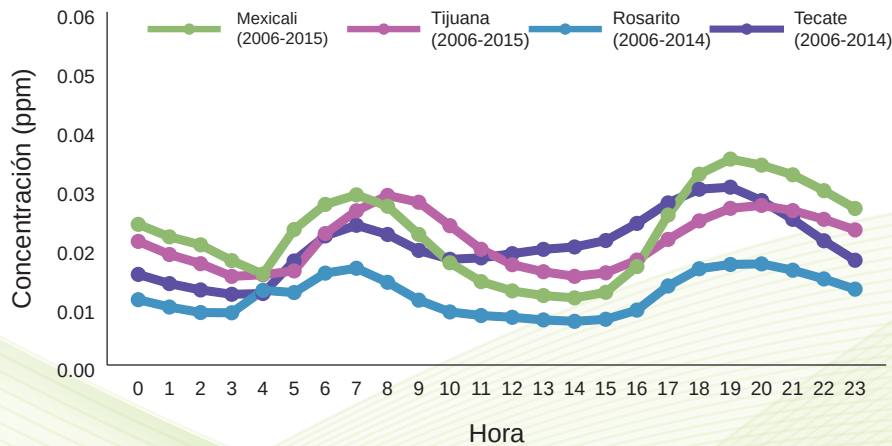
En relación al SO₂, prácticamente no hay variabilidad entre las concentraciones de una hora y otra en los municipios de Tijuana y Rosarito. En Mexicali se aprecia un ligero incremento en las concentraciones promedio entre las 19:00 y 22:00 horas del día.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 34. Comportamiento de SO₂ a lo largo del día.

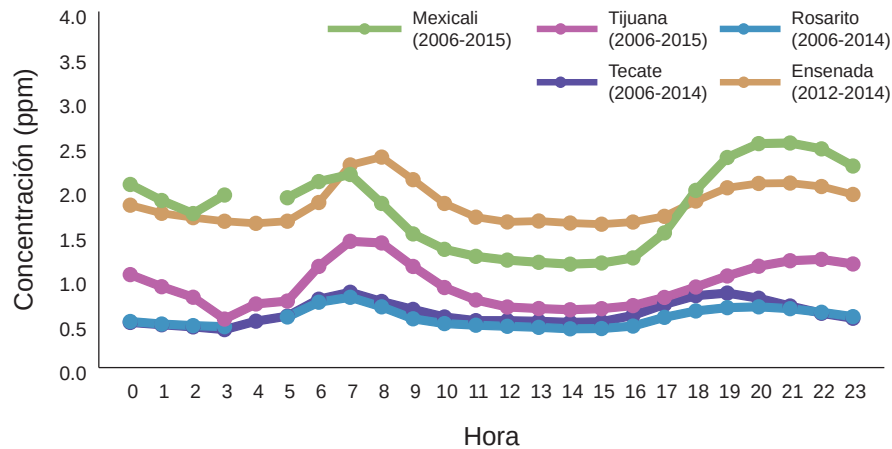
Respecto al NO₂, la Figura 35 muestra el comportamiento típico del contaminante en los cuatro municipios de Mexicali en los que se pudo calcular el indicador. Se aprecia un comportamiento bimodal con las concentraciones más altas por la mañana, a las 7:00 horas en los municipios de Mexicali, Tecate y Rosarito, y una hora más tarde en Tijuana. Por la tarde el pico se aprecia entre las 19:00 y 20:00 horas, que se asocia con las horas de mayor tráfico vehicular



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 35. Comportamiento de NO₂ a lo largo del día.

Por último en la Figura 36 se muestra el comportamiento del contaminante CO en los cinco municipios de Baja California. Se aprecia un comportamiento bimodal con las concentraciones más altas por la mañana entre las 6:00 y 9:00 horas y por la tarde entre las 19:00 y 23:00 horas, que se asocia con las horas de mayor tráfico vehicular.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SPABC.

Figura 36. Comportamiento de CO a lo largo del día.

Resumen

Diagnóstico de la Calidad del Aire

El Sistema de Monitoreo Atmosférico de Baja California actualmente opera con 6 estaciones en Mexicali, 4 en Tijuana, 1 en Tecate, 1 en Ensenada y 1 en Playas de Rosarito. Las estaciones cuentan con analizadores para medir el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas menores a 10 micras (PM₁₀) y partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}).

Durante el periodo que se evaluó del 2006 a 2015 el Sistema de Monitoreo Atmosférico registró poca información. Por ejemplo, para el año 2014 la insuficiencia de información fue muy evidente, incluso con registros completamente nulos para algunos de los contaminantes.

Referente al cumplimiento de los límites de la NOM-025-SSA1-2014 de PM₁₀, para los años evaluados en todos los municipios se sobrepasó dicha norma, destacando el municipio de Mexicali que presentó los valores más altos, superando en algunos años por más de dos veces el límite máximo permisible.

El cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 para PM_{2.5}, sólo se evaluó para el municipio de Mexicali en la estación SPABC19, ya que en Tijuana no hubo suficiente información para realizar el análisis sin embargo, se construyeron los indicadores de días buenos, regulares y malos, de los cuales destacaron días arriba del valor normado. Para Mexicali tanto en 2014 como en 2015 se incumplieron los límites de PM_{2.5} de 24 horas y anual. En 2014 se registraron el máximo y el promedio anual más altos.

Con respecto al cumplimiento de la NOM-020-SSA1-2014 de O₃, destaca que los municipios de Tijuana, Mexicali, Tecate y Rosarito en al menos una estación de monitoreo y uno de los años del periodo evaluado se supera el límite de 1 hora o el de 8 horas.

Se dio cumplimiento de la NOM-022-SSA1-2010 de SO₂ en las estaciones que se midió este contaminante (una en Tijuana, otra en Mexicali y en Rosarito).

Se presentó incumplimiento del límite de 1 hora de NO₂ (NOM-023-SSA1-1993) en el año 2012 en la estación SPABC23 ubicada en el municipio de Tecate.

Se presentó incumplimiento del límite de 8 horas de CO (NOM-021-SSA1-1993) en dos estaciones ubicadas en el municipio de Mexicali al rebasar el valor de 11 ppm (SPABC12 y SPABC14).

Capítulo 3

Inventario de emisiones



El Centinela y la Sierra Pinta, Municipio Mexicali

Foto: Daniel Tapia Hernández

INVENTARIO DE EMISIONES

Un inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire, éste permite conocer el tipo y cantidad de contaminantes que son emitidos al aire por los diferentes sectores o categorías. Asimismo, el inventario es una herramienta base para diseñar, implementar y evaluar acciones de control encaminadas a la reducción de emisión de contaminantes al aire, su elaboración es parte fundamental para el ProAire.

Los resultados del inventario de emisiones que se presentan en esta sección están orientados a mostrar la contribución a nivel estatal, por municipio, por contaminante y categoría de emisión, con el objetivo que sean la base para el diseño de las medidas de control de emisiones contaminantes que ayuden a mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas de esta entidad.

3.1 Características generales del inventario de emisiones para el Estado de Baja California

Zona de estudio: Estado de Baja California

Año base: 2014

Resolución: A nivel municipal

Fuentes de emisión estimadas:

- Fijas.-606 industrias y 22 sectores de jurisdicción federal y estatal.
- Móviles.-6 categorías de vehículos que circulan por carretera y 5 no carreteras.
- Área.- 31 categorías
- Naturales.- 2 categorías Estas no se incluyen en el presente documento, debido que el análisis se enfoca a las emisiones antropogénicas.

Contaminantes estudiados:

- Partículas menores a 10 micrómetros, PM_{10} .
- Partículas menores a 2.5 micrómetros, $PM_{2.5}$.
- Bióxido de azufre, SO_2 .
- Óxidos de nitrógeno, NOx .
- Monóxido de carbono, CO .
- Compuestos orgánicos volátiles, COV .
- Amoníaco, NH_3 .

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* (Radian, INE, SEMARNAP, & USEPA, 1997), la *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones* (INE, SEMARNAT, & Western, 2005), el *Manual para la elaboración de inventario de emisiones de fuentes de área* (SEMARNAT, 2008) 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).

3.2 Resultado del inventario de emisiones

Los resultados del inventario de emisiones contaminantes al aire para el Estado de Baja California se presentan bajo los siguientes análisis:

- a) Por fuente de emisión y contaminantes a nivel estatal.
- b) Por categorías de emisión para establecer a detalle quién emite en mayor medida contaminantes al aire; y,
- c) Por municipio, para observar qué categoría(s) en el municipio analizado contribuye a la mayor emisión de contaminantes.

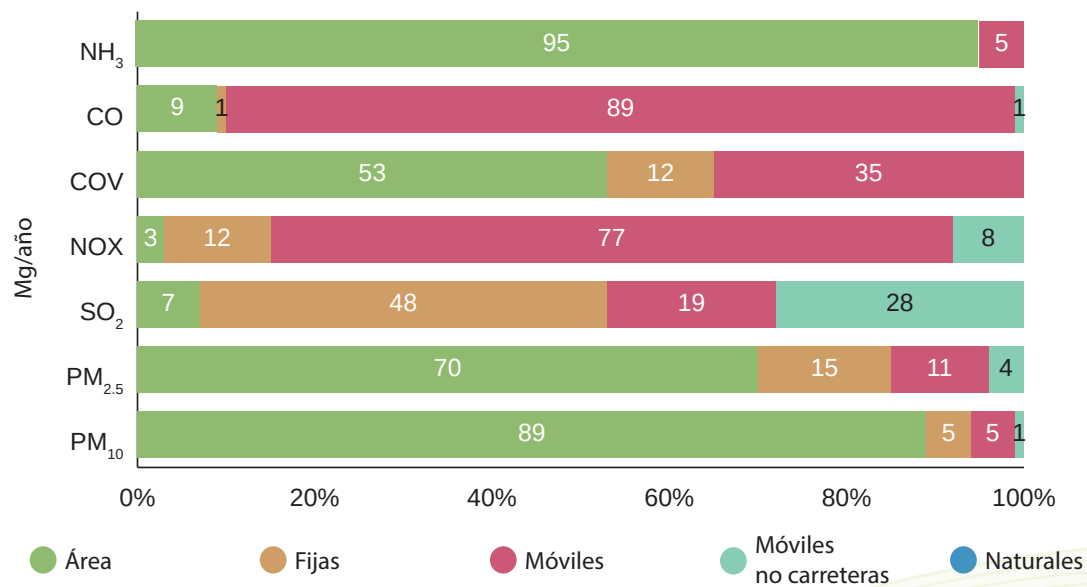
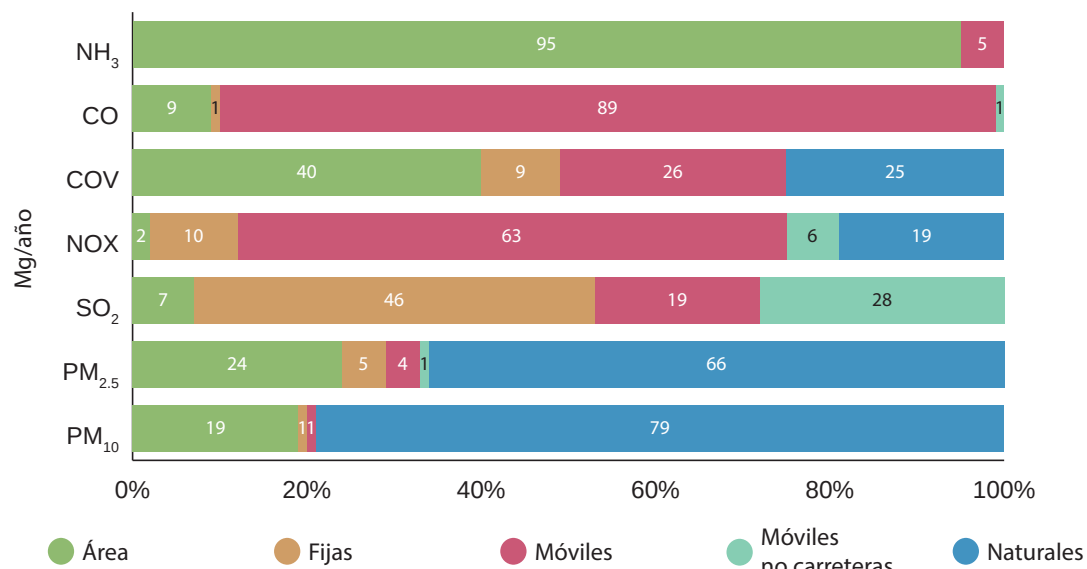
3.2.1 Inventario de emisiones por fuente de emisión

En esta sección se muestra la contribución de emisiones a nivel estatal para las diferentes fuentes inventariadas, incluyendo las emisiones naturales tanto como las antropogénicas. Cabe mencionar que una vez que se entre al análisis de medidas de control de emisiones, únicamente se considerarán las emisiones antropogénicas, que son finalmente las categorías sobre las que se puede incidir para reducir sus emisiones.

Cuadro 11. Inventario de emisiones por fuente para el Estado de Baja California.

Fuente	Contaminante (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	COV	CO	NH ₃
Área	39,078.8	9,237.4	327.2	2,500.9	49,234.7	35,865.8	7,592.7
Fijas	2,209.9	2,048.1	2,263.4	10,208.9	10,524.6	4,584.2	19.9
Móviles carreteras	2,206.2	1,418.5	960.3	64,040.3	32,109.4	348,780.5	411.3
Móviles no carreteras	546.3	530.5	1,411.3	6,263.0	458.6	2,600.9	0.2
Naturales	168,509.8	25,276.5	-	19,214.9	30,721.8	-	-
Total	212,551.0	38,511.0	4,962.2	102,228.0	123,049.0	391,831.4	8,024.2
Fuente	Porcentaje						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	COV	CO	NH ₃
Área	18	24	7	2	40	9	95
Fijas	1	5	46	10	9	1	NE
Móviles carreteras	1	4	19	63	26	89	5
Móviles no carreteras	NS	1	28	6	NS	1	NS
Naturales	79	66	NA	19	25	NA	NA
Total	100	100	100	100	100	100	100

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



Fuente: LT Consulting, 2017. Información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Figura 37. Contribución de emisiones por fuente en el Estado de Baja California.

Las fuentes de área contribuyen en forma importante a la emisión de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, amoníaco (NH_3), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV), mientras que las fuentes fijas aportan una cantidad considerable de bióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NOx) y en menor proporción partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$. Con respecto a las fuentes móviles que circulan por carretera emiten, principalmente, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV) provenientes del uso de combustibles fósiles como la gasolina y el diésel. Para mayor detalle en la contribución a las emisiones por categoría, ver el Anexo B. Inventario de emisiones desagregado por categoría para el Estado de Baja California.

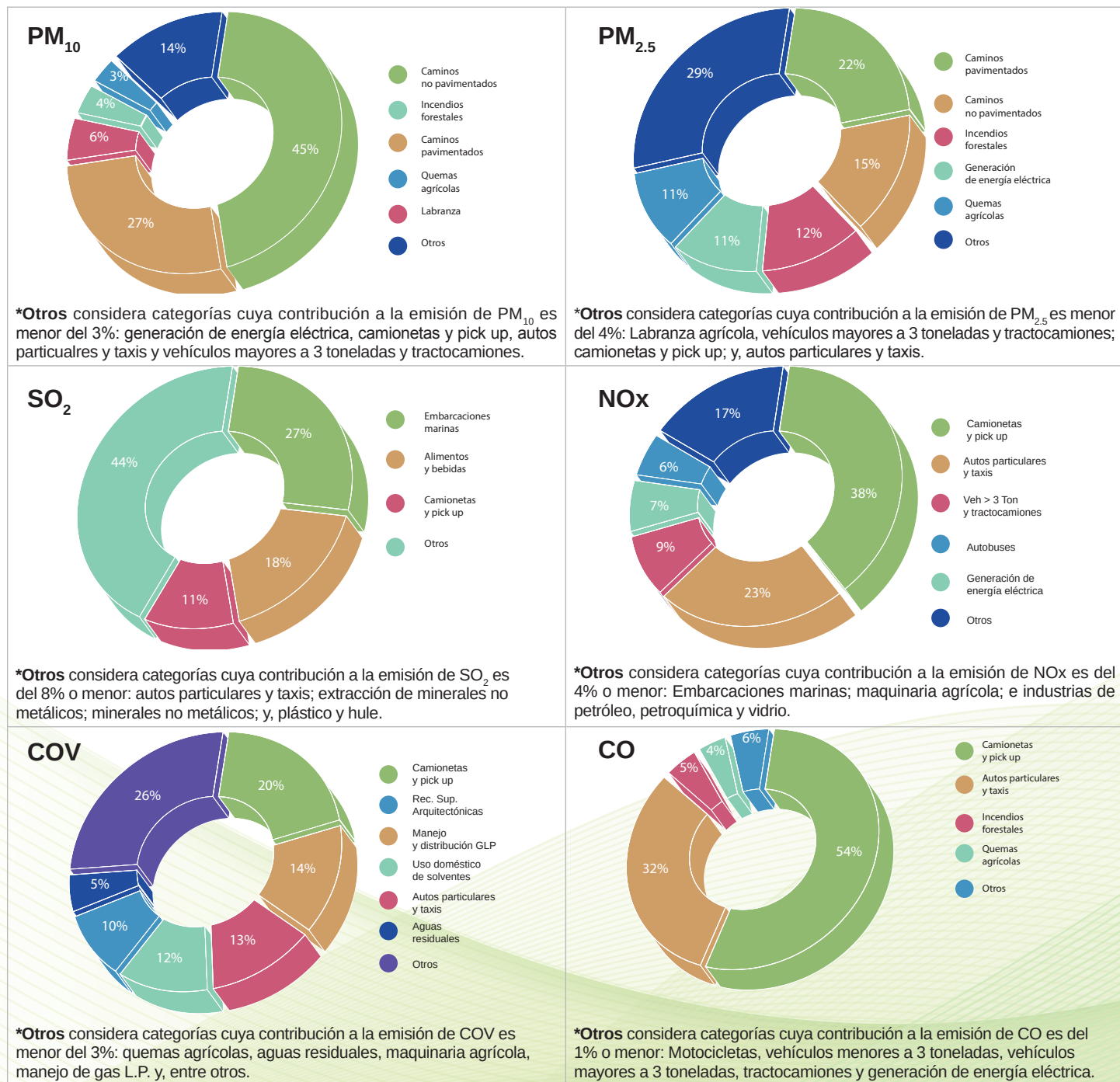
Fuente	Antropogénicas y naturales	Antropogénicas
	Bióxido de azufre (SO_2), 46%.	Bióxido de azufre (SO_2), 46%.
	Amoníaco (NH_3), 95%. Compuestos orgánicos volátiles (COV), 40%.	Amoníaco (NH_3), 95%. Partículas PM_{10}, 89%. Partículas $PM_{2.5}$, 70%. Compuestos orgánicos volátiles (COV), 53%.
	Monóxido de carbono (CO), 89%. Óxidos de nitrógeno, (NOx), 63%.	Monóxido de carbono (CO), 89%. Óxidos de nitrógeno, (NOx), 77%.
	Partículas PM_{10}, 79%. Partículas $PM_{2.5}$, 66%.	Partículas PM_{10}, 20%. Partículas $PM_{2.5}$, 34%.

Figura 38. Principales fuentes emisoras por tipo de contaminante en el Estado de Baja California.

3.2.2 Principales categorías de emisión por contaminante

El siguiente análisis permite identificar las categorías específicas de emisión de contaminantes al aire en el Estado de Baja California, considerando las emisiones de origen antropogénico. Se analizan únicamente las

principales categorías, es decir, aquellas que mayormente contribuyen a la emisión de contaminantes, el resto de las categorías se agregaron con el título de “otros”.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Figura 39. Jerarquización de las categorías de emisión en el Estado de Baja California.

De acuerdo a lo observado en los resultados de emisión por tipo de contaminante y categoría de emisión, resalta la importancia de las siguientes categorías de emisión por contaminante:

	1 ^{er} Emisor	2 ^{do} Emisor	3 ^{er} Emisor
PM ₁₀	Caminos no pavimentados (45%)	Caminos pavimentados (27%)	Labranza agrícola (6%)
PM _{2.5}	Caminos pavimentados (22%)	Caminos no pavimentados (15%)	Incendios forestales (12%)
SO ₂	Embarcaciones marinas (27%)	Industria de alimentos y bebidas (18%)	Camionetas y pick up (11%)
NOx	Camionetas y pick up (38%)	Autos particulares y taxis (23%)	Vehículos mayores a 3 toneladas y tractocamiones (9%)
COV	Camionetas y pick up (20%)	Manejo y distribución de gas L.P. (14%)	Autos particulares y taxis (13%)
CO	Camionetas y pick up (54%)	Autos particulares y taxis (32%)	Incendios forestales (5%)
NH ₃	Emisiones domésticas (40%)	Emisiones ganaderas (33%)	Aplicación de fertilizantes (15%)

Fuente: LT Consulting, 2017. Información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

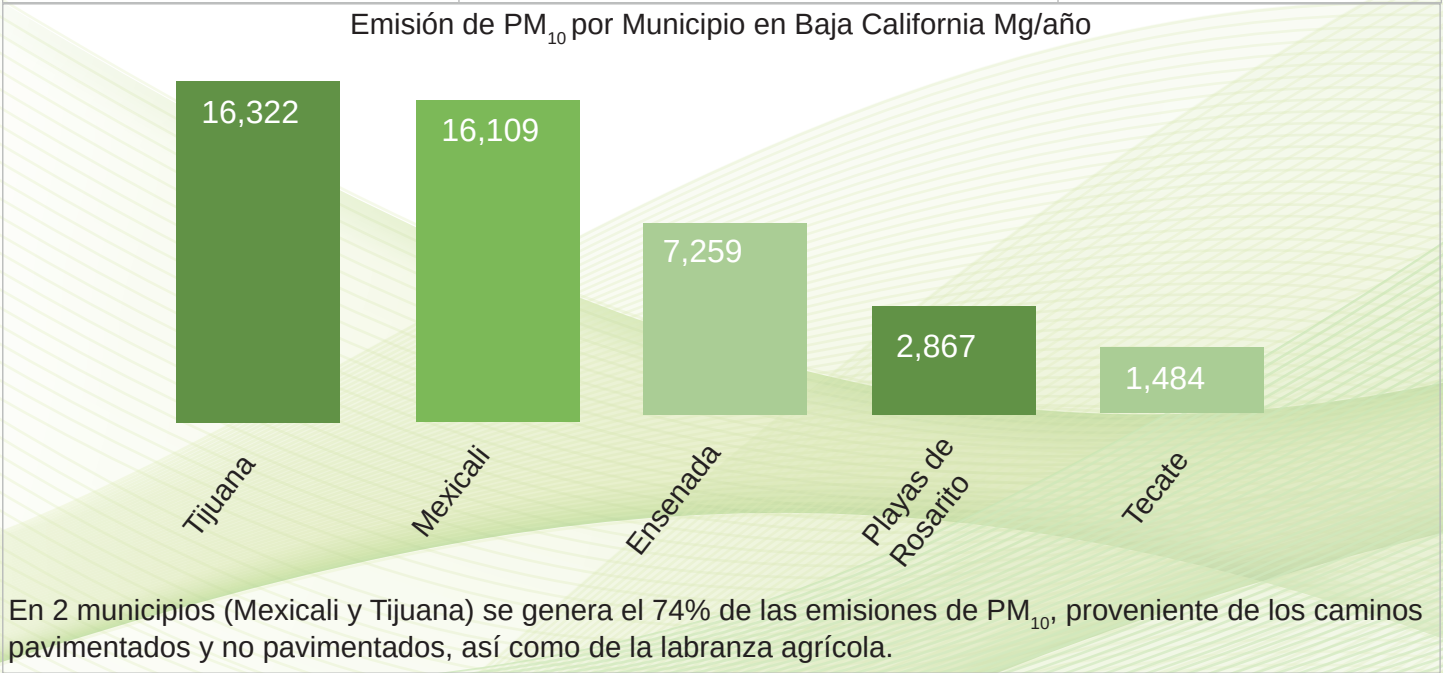
Figura 40. Jerarquización de las emisiones por contaminante en el Estado de Baja.

3.2.3 Principales municipios emisores por categoría

El porcentaje de emisiones por tipo de contaminante se muestran en los siguientes cuadros, en donde se destaca los municipios que generan la mayor cantidad, así como aquellos que por su número de habitantes y densidad urbana tienen un impacto importante en su calidad del aire.

Cuadro 12. Porcentaje de partículas PM₁₀ emitidas por municipio y categoría en el Estado de Baja California.

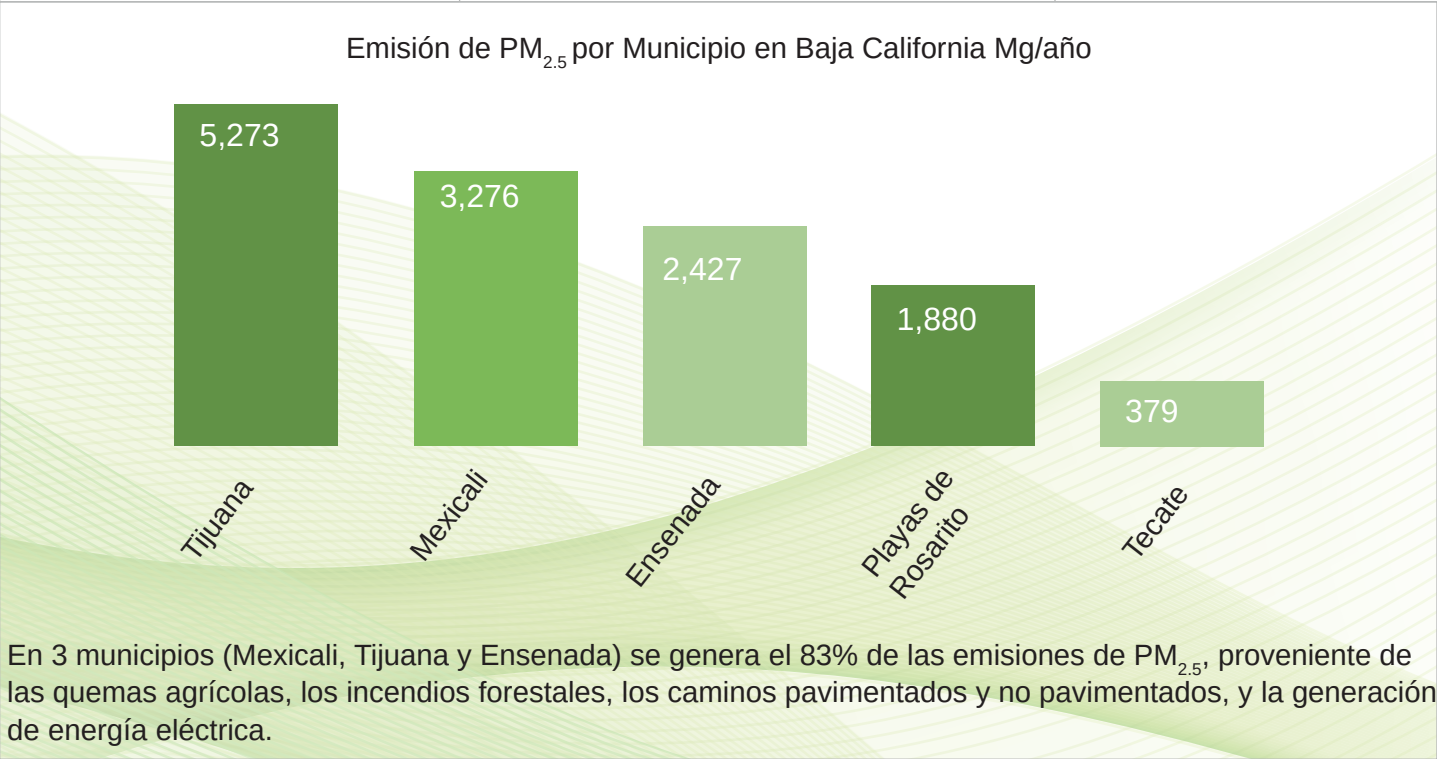
Municipio	Categoría	%
Mexicali	Caminos no pavimentados	38.9
	Caminos pavimentados	23.3
	Labranza	13.3
	Otras	24.5
Tijuana	Caminos no pavimentados	57.0
	Caminos pavimentados	34.1
	Otras	8.9
Ensenada	Caminos no pavimentados	42.2
	Caminos pavimentados	25.3
	Incendios forestales	12.8
	Otras	19.7
Playas de Rosarito	Incendios forestales	32.8
	Generación de energía eléctrica	30.0
	Caminos no pavimentados	20.7
	Caminos pavimentados	12.4
	Otras	4.1
Tecate	Caminos no pavimentados	51.3
	Caminos pavimentados	30.7
	Otras	18.0



Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Cuadro 13. Porcentaje de partículas $PM_{2.5}$ emitidas por municipio y categoría en el Estado de Baja California.

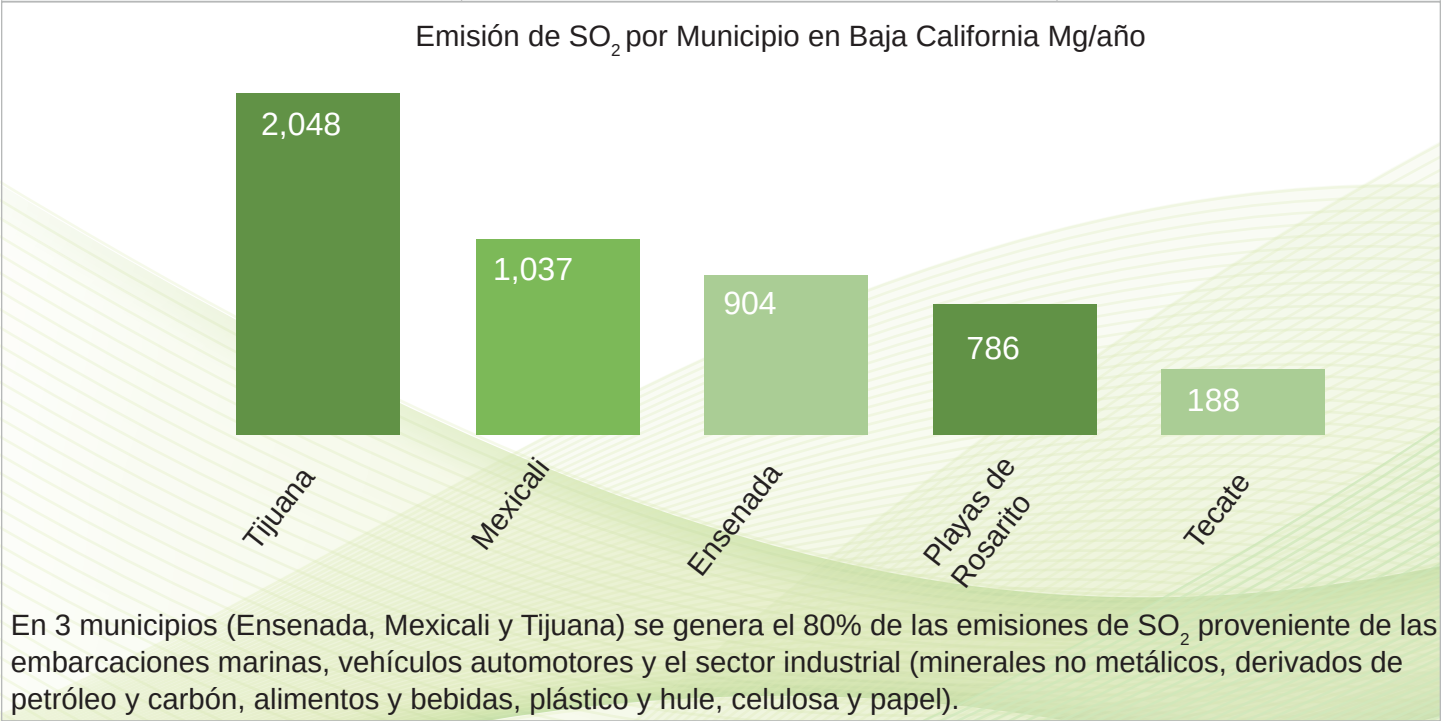
Municipio	Categoría	%
Mexicali	Quemas agrícolas	27.3
	Caminos pavimentados	17.2
	Caminos no pavimentados	11.7
	Generación de energía eléctrica	11.7
	Otras	32.1
Tijuana	Caminos pavimentados	41.1
	Caminos no pavimentados	27.9
	Otras	31.0
Ensenada	Incendios forestales	32.4
	Caminos pavimentados	18.3
	Caminos no pavimentados	12.4
	Otras	36.9
Playas de Rosarito	Generación de energía eléctrica	45.7
	Incendios forestales	42.5
	Otras	11.8
Tecate	Caminos pavimentados	29.0
	Caminos no pavimentados	19.7
	Veh > 3 Ton y tractocamiones	15.6
	Incendios forestales	10.0
	Otras	25.7



Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Cuadro 14. Porcentaje de gas SO₂ emitido por municipio y categoría en el Estado de Baja California.

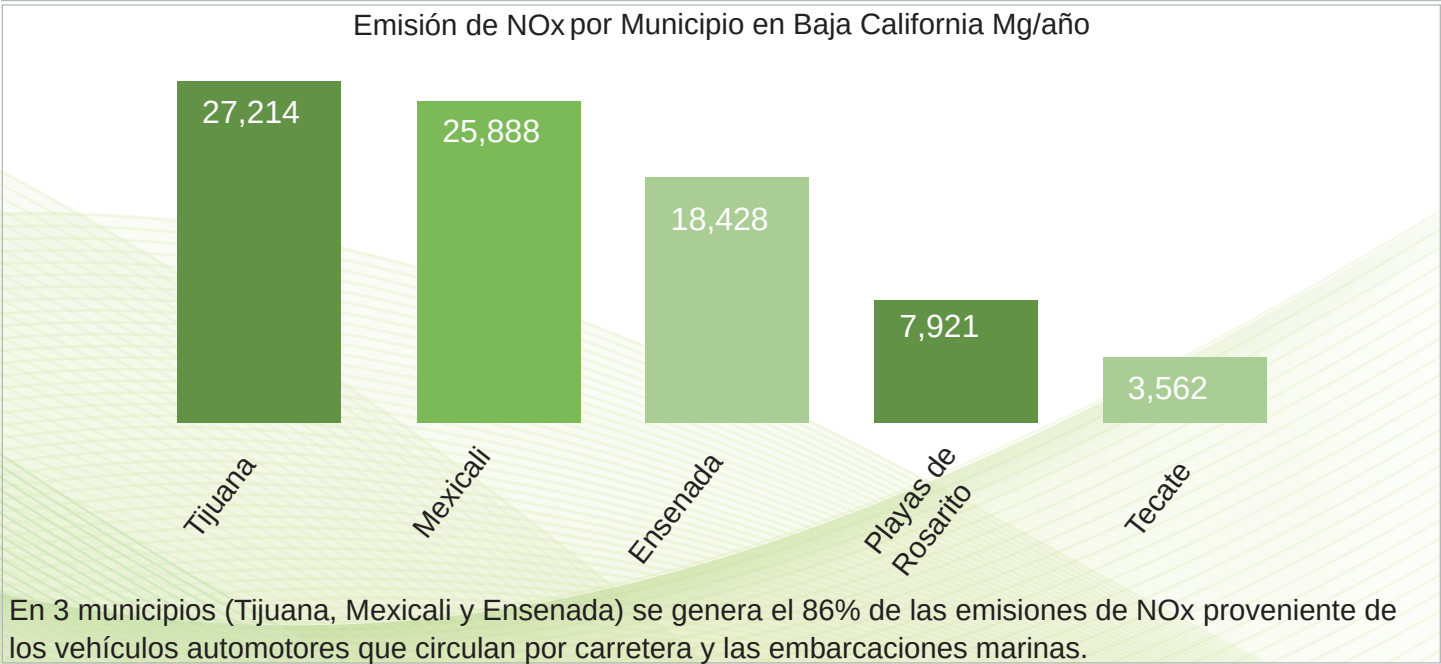
Municipio	Categoría	%
Ensenada	Embarcaciones marinas	62.7
	Extracción/Beneficio minerales no metálicos	15.0
	Otras	22.3
Mexicali	Minerales no metálicos	30.1
	Camionetas y pick up	16.6
	Autos particulares y taxis	13.8
	Derivados del petróleo y del carbón	11.3
	Otras	28.2
Tijuana	Camionetas y pick up	27.2
	Alimentos y bebidas	18.2
	Autos particulares y taxis	17.4
	Plástico y hule	15.3
	Celulosa y papel	10.3
	Otras	11.6
Tecate	Alimentos y bebidas	92.6
	Otras	7.4
Playas de Rosarito	Incendios forestales	46.0
	Embarcaciones marinas	30.5
	Otras	23.5



Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Cuadro 15. Porcentaje de NOx emitidos por municipio y categoría en el Estado de Baja California.

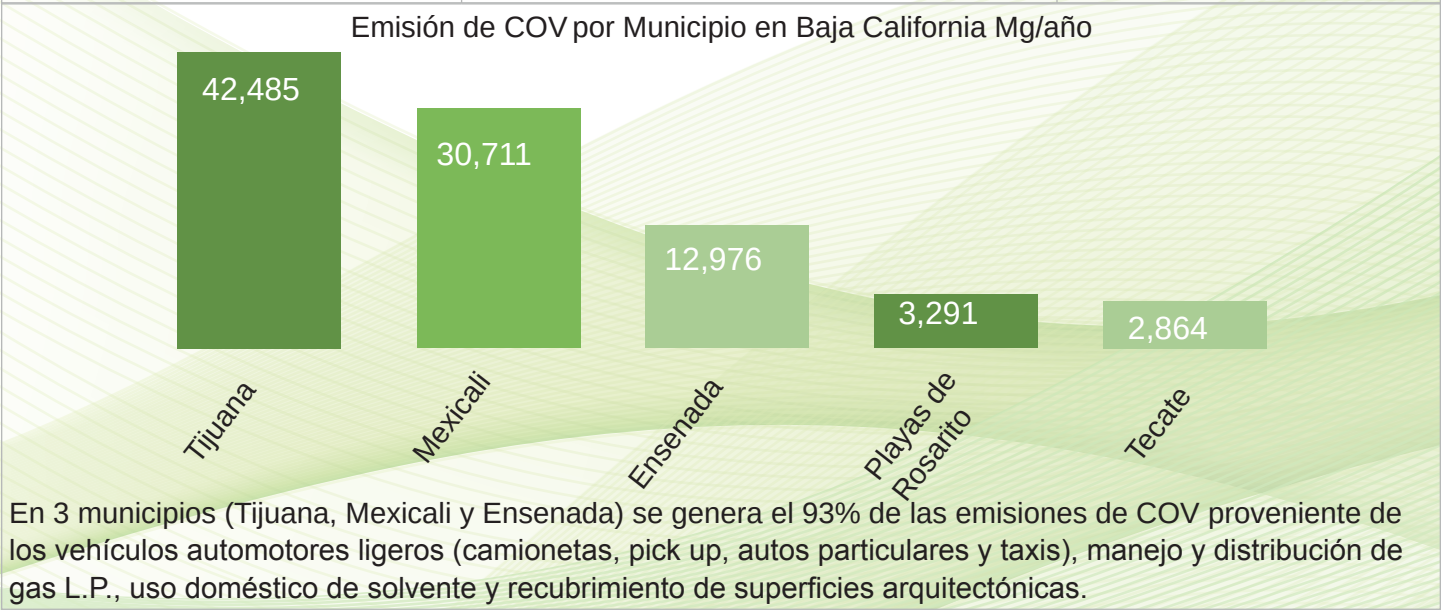
Municipio	Categoría	%
Tijuana	Camionetas y pick up	52.5
	Autos particulares y taxis	30.1
	Otras	17.4
Mexicali	Camionetas y pick up	37.7
	Autos particulares y taxis	29.0
	Otras	33.3
Ensenada	Camionetas y pick up	28.2
	Embarcaciones marinas	18.3
	Veh > 3 Ton y tractocamiones	15.6
	Autos particulares y taxis	13.8
	Otras	24.1
Playas de Rosarito	Generación de energía eléctrica	68.7
	Camionetas y pick up	14.0
	Otras	17.3
Tecate	Camionetas y pick up	34.5
	Veh > 3 Ton y tractocamiones	28.9
	Autos particulares y taxis	16.4
	Autobuses	12.3
	Otras	7.9



Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Cuadro 16. Porcentaje de COV emitidas por municipio en el Estado de Baja California.

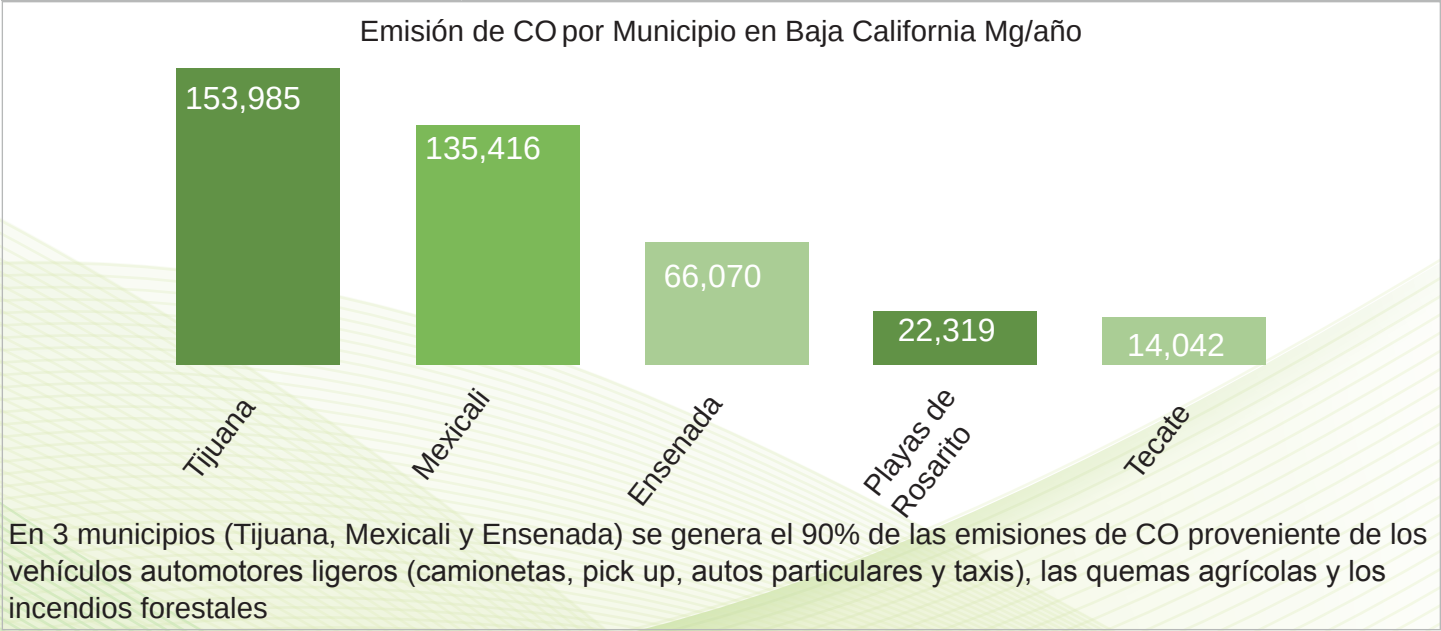
Municipio	Categoría	%
Tijuana	Camionetas y pick up	20.5
	Manejo y distribución GLP	14.9
	Uso doméstico de solventes	12.6
	Autos particulares y taxis	12.0
	Rec. Sup. Arquitectónicas	10.3
	Otras	29.7
Mexicali	Camionetas y pick up	18.3
	Autos particulares y taxis	14.2
	Manejo y distribución GLP	12.7
	Uso doméstico de solventes	10.4
	Otras	44.4
Ensenada	Camionetas y pick up	23.2
	Manejo y distribución GLP	15.0
	Uso doméstico de solventes	12.5
	Autos particulares y taxis	11.9
	Rec. Sup. Arquitectónicas	10.2
	Otras	27.2
Playas de Rosarito	Incendios forestales	19.8
	Camionetas y pick up	19.1
	Manejo y distribución GLP	11.2
	Autos particulares y taxis	10.2
	Otras	39.7
Tecate	Camionetas y pick up	27.0
	Manejo y distribución GLP	13.7
	Autos particulares y taxis	13.3
	Uso doméstico de solventes	12.1
	Otras	33.9



Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Cuadro 17. Porcentaje de CO emitidas por municipio en el Estado de Baja California.

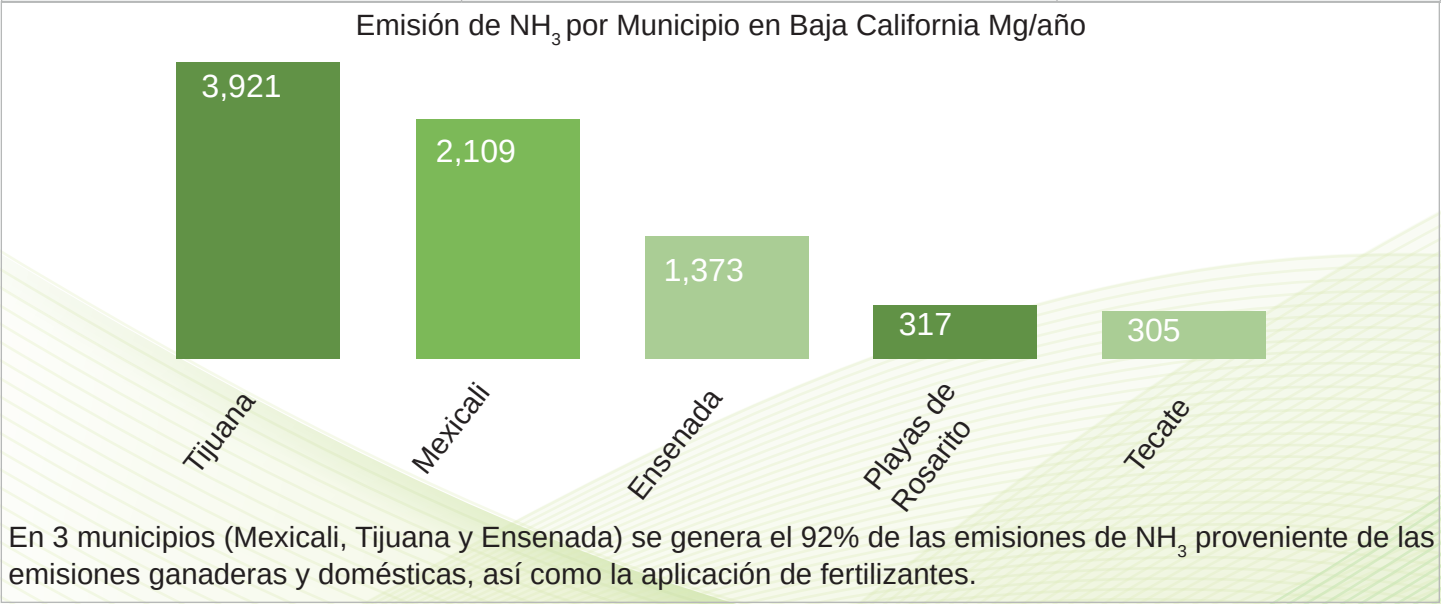
Municipio	Categoría	%
Tijuana	Camionetas y pick up	61.3
	Autos particulares y taxis	33.7
	Otras	5.0
Mexicali	Camionetas y pick up	48.9
	Autos particulares y taxis	34.6
	Quemas agrícolas	10.8
	Otras	5.7
Ensenada	Camionetas y pick up	54.2
	Autos particulares y taxis	25.9
	Incendios forestales	13.9
	Otras	6.0
Playas de Rosarito	Incendios forestales	41.8
	Camionetas y pick up	33.0
	Autos particulares y taxis	16.3
	Otras	8.9
Tecate	Camionetas y pick up	63.1
	Autos particulares y taxis	27.9
	Otras	9.0



Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Cuadro 18. Porcentaje NH₃ emitidas por municipio en el Estado de Baja California.

Municipio	Categoría	%
Mexicali	Emisiones ganaderas	38.9
	Aplicación de fertilizantes	26.6
	Emisiones domésticas	23.1
	Otras	11.4
Tijuana	Emisiones domésticas	72.1
	Emisiones ganaderas	19.1
	Otras	8.8
Ensenada	Emisiones domésticas	39.1
	Emisiones ganaderas	37.1
	Aplicación de fertilizantes	12.1
	Otras	11.7
Playas de Rosarito	Emisiones domésticas	38.8
	Incendios forestales	29.5
	Emisiones ganaderas	25.0
	Otras	6.7
Tecate	Emisiones ganaderas	49.7
	Emisiones domésticas	43.2
	Otras	7.1

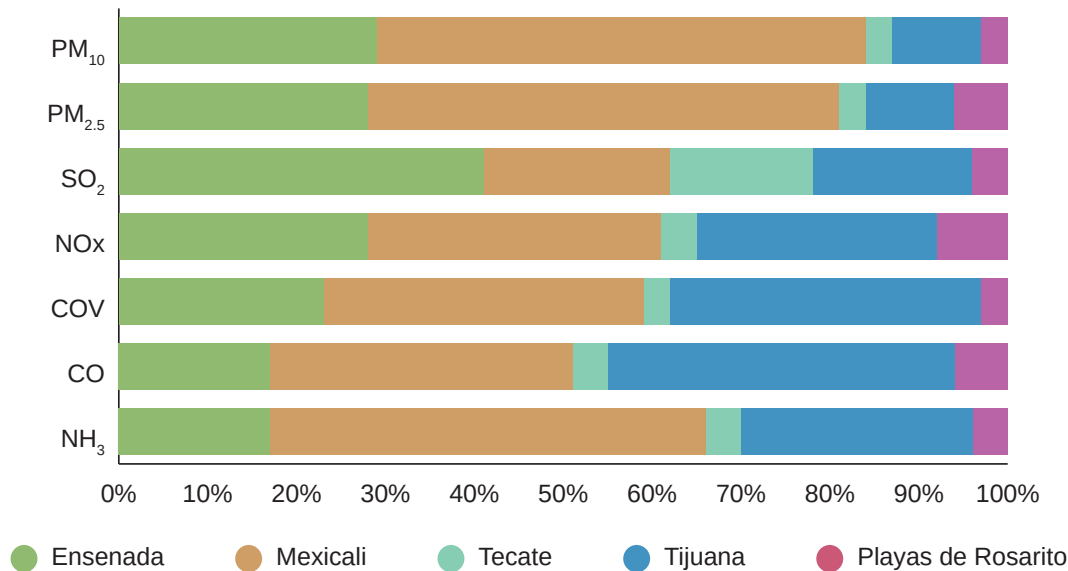


Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Los resultados del análisis por municipio y categoría de emisión para el Estado de Baja California muestran que la emisión de contaminantes atmosféricos se concentra básicamente en las fuentes de área (caminos pavimentados y no pavimentados, labranza, quema agrícolas, incendios forestales, manejo y distribución de gas L.P., uso doméstico de solvente, recubrimiento de superficies arquitectónicas, uso de solventes en el hogar, las emisiones ganaderas y domésticas, así como la aplicación de fertilizantes), fuentes móviles que circulan por carretera (autos particulares y taxis, pick up), fuentes móviles no carreteras (embarcaciones marinas) y el sector industrial (generación de energía eléctrica, minerales no metálicos, derivados de petróleo y carbón, alimentos y bebidas, plástico y hule, celulosa y papel).

3.2.4 Contribución de emisiones por municipio

La contribución a las emisiones por municipio del Estado de Baja California muestra la diferencia de las fuentes de emisión por región, es decir, que tipo de actividad es la que predomina en cada uno de los municipios. La siguiente figura muestra la contribución a la emisión de contaminantes atmosféricos por municipio.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera para el Estado de Baja California, 2014.

Figura 41. Emisión de contaminantes por municipio en el Estado de Baja California.

Son tres los municipios que sobresalen por sus emisiones en el Estado de Baja California:

- 1) Tijuana participa con la emisión del 37% de las partículas PM₁₀, 33% de óxidos de nitrógeno (NOx), 46% de compuestos orgánicos volátiles (COV) y 39% del monóxido de carbono (CO).
- 2) Mexicali emite el 37% de las partículas PM₁₀, el 40% de las partículas PM_{2.5} y el 49% del amoniaco (NH₃).
- 3) Ensenada contribuye principalmente con la emisión del 41% de SO₂.

Resumen

Inventario de emisiones para Baja California

El inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera año base 2014 para el Estado de Baja California, México, contempla la emisión de 7 contaminantes criterio para las fuentes fijas, móviles carreteras, móviles no carreteras, área y naturales para cada uno de los 5 municipios que conforman esta entidad federativa.

Debido a que las emisiones antropogénicas son aquellas en las que la mano del hombre puede intervenir para reducir en forma costo efectiva la emisión de contaminantes, los resultados que a continuación se muestran están dirigidos a este tipo de emisión:

- Por fuente: Las fuentes de área son las principales emisoras de amoníaco (NH_3), 95%; partículas PM_{10} , 89%; partículas $\text{PM}_{2.5}$, 70%, y compuestos orgánicos volátiles (COV), 53%. Las fuentes móviles carreteras participan en primer lugar con la emisión de monóxido de carbono (CO), 89%; y óxidos de nitrógeno, (NOx), 77%; las fuentes fijas son las principales emisoras de bióxido de azufre (SO_2), 46%.
- Por categoría: Las principales categorías de emisión por contaminante son los caminos pavimentados y no pavimentados para partículas (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$); embarcaciones marinas, industria de alimentos y bebidas, así como camionetas pick up, SO_2 ; los vehículos automotores que circulan por carretera en la emisión de NOx y CO; mientras que las camionetas pick up, autos particulares, taxis, el manejo y distribución de gas L.P. y el uso doméstico de solventes son los principales contribuyentes de COV.
- Por municipio: Los municipios que contribuyen mayormente a la emisión de contaminantes atmosféricos en Baja California son, por contaminante, Tijuana: 37% de PM_{10} , 33% de NOx , 46% de COV y 39% CO; Mexicali: 37% de PM_{10} , 40% de $\text{PM}_{2.5}$ y 49% NH_3 ; Ensenada: 41% de SO_2 .

Los resultados del inventario de emisiones contaminantes atmosféricos para Baja California sugieren la necesidad de implementar medidas de control de emisiones en el parque de vehículos que circulan por carretera, en acciones que eviten la re-suspensión de polvo en vías de circulación pavimentadas y no pavimentadas, la propuesta del uso de prácticas amigables con el medio ambiente durante la actividades agrícolas como la labranza, aplicación de fertilizantes y cosecha, así como la regulación del uso de solventes y las fugas de gas L.P. durante las diferentes etapas de su comercialización y uso. Un resultado interesante del inventario de emisiones son las embarcaciones marinas, las cuales tienen una contribución importante de bióxido de azufre, por lo que deberá regularse su actividad en los puertos y calidad de combustible utilizado durante su estancia en los puertos y aguas de Baja California. Respecto a las fuentes fijas, su contribución a la emisión de bióxido de azufre (SO_2) requiere de la regulación del sector de generación de energía eléctrica en Mexicali y Rosarito; además de otros sectores como la extracción de materiales. En la parte de gestión es necesario contar con la cédula de operación del sector industrial de jurisdicción estatal, con la finalidad de tener inventariadas todas las posibles fuentes de emisión de contaminantes al aire.

Capítulo 4

Impactos a la salud



IMPACTOS A LA SALUD

En este capítulo se describen los principales efectos en la salud por la exposición a los contaminantes del aire normados en nuestro país. Enseguida se presentan las 10 causas principales de enfermedad y mortalidad, y su posible relación con la exposición a contaminantes del aire en Baja California para 2015. Finalmente, se describen los resultados de la evaluación de los casos de mortalidad evitable en el escenario hipotético de que las ciudades de Mexicali y Tijuana cumplieran con el límite anual de la NOM-025-SSA1-2014 establecido para las $PM_{2.5}$ (partículas suspendidas con un diámetro menor o igual a 2.5 micras), dicho escenario ha sido estimado a través de la aplicación de un modelo probabilístico de impacto a la salud.

Las ciudades de Mexicali y Tijuana, de acuerdo con el Capítulo 2, presentan problemas de calidad del aire por partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono. En términos del impacto en la salud, la presencia conjunta de partículas suspendidas y de ozono potencia el riesgo en la población de presentar efectos agudos y crónicos, que van desde irritación de ojos, cefaleas, dolor de garganta, hasta incrementos en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón.

El polvo del suelo que se suspende en el aire por la acción del viento es una de las principales fuentes de partículas suspendidas en Mexicali y Tijuana (Ver Capítulo 3). Particularmente, en Mexicali se han llevado a cabo estudios para conocer la composición de estas partículas, sus efectos biológicos en experimentos *in vitro* y su relación con los incrementos de enfermedades respiratorias y mortalidad. De acuerdo con estos estudios las partículas que fueron muestreadas en suelo se componen principalmente de silicatos de aluminio y potasio, y silicio. Además, se encontró que estas partículas inducen actividad biológica y cambios en las células de los pulmones, similar a la que se produce por exposición a asbesto y silicio, por lo que se sugiere una relación entre la exposición a estas partículas y la fibrosis pulmonar (Osornio *et al.*, 1991). Otro estudio realizado sobre los efectos biológicos de las $PM_{2.5}$ y las PM_{10} (partículas suspendidas con un diámetro menor o igual a 10 micras), colectadas en aire, que contenían tanto elementos del suelo como antrópicos reveló que las PM_{10} inducen la degradación del DNA, y que las partículas independientemente de su tamaño y su origen desencadenan patrones de respuesta biológica en células de sangre humana (Osornio *et al.*, 2011). Finalmente, estudios de series de tiempo realizados en Mexicali han

encontrado asociaciones significativas entre las PM_{10} y enfermedades respiratorias, específicamente con asma e infecciones respiratorias agudas, así como con las $PM_{2.5}$, el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y bióxido de azufre (SO₂) y mortalidad general (Reyna *et al.*, 2005 y Reyna *et al.*, 2012).

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California tiene como objetivo fundamental el instrumentar acciones para reducir los niveles de contaminantes del aire que implican riesgos en la salud de la población. Los beneficios sociales de reducir la contaminación del aire no solamente se traduce en una mejora en la salud de la población, sino también en un ahorro en los gastos que incurre el sector salud. Los costos relacionados con la atención de los incrementos en enfermedades y de muertes prematuras se podrían reducir ostensiblemente si se cumpliera con las normas mexicanas para la protección de la salud. Además, mejorar la calidad del aire contribuye a garantizar 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.

Los niveles de contaminantes del aire normados deben reducirse a niveles aceptables que resulten en un mínimo riesgo para la salud de la población. Estos niveles corresponden a los límites de las normas de calidad del aire nacionales en materia de calidad del aire para la protección a la salud, (Ver Capítulo 2), o en su caso, los establecidos en las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Es importante señalar que en México estos niveles aceptables (o límites de las normas) deben ser revisados y, en su caso actualizados, cada 5 años de acuerdo con la evidencia científica disponible sobre los efectos en la salud de la población, conforme a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Finalmente, la ciudadanía puede reducir su exposición a los contaminantes del aire, y con ello su riesgo, considerando las acciones recomendadas en los medios de difusión a través de los índices de calidad del aire. De ahí la importancia de publicar los niveles de contaminación del aire a través de instrumentos de comunicación accesibles a todo el público.

4.1 Contaminantes atmosféricos y sus efectos en salud

En esta sección se describen las principales características de los contaminantes criterio, así como la sintomatología y efectos en la salud asociada con la exposición de la población. En la Figura 42 se presentan los principales efectos en la salud humana, como consecuencia de la exposición a los contaminantes atmosféricos.

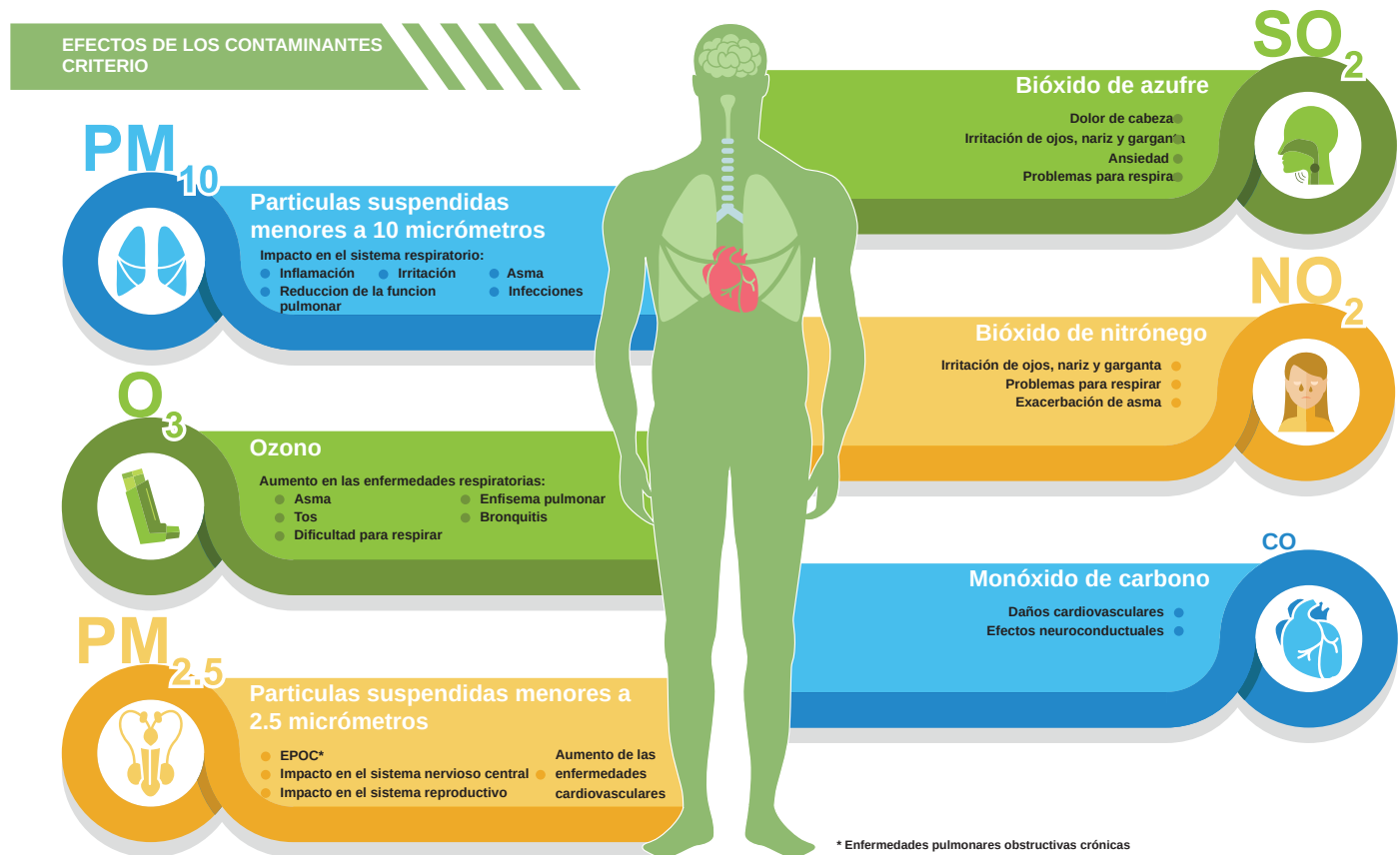


Figura 42. Efectos en la salud de los contaminantes criterio.

Los contaminantes normados en nuestro país son los denominados contaminantes criterio, los cuales, como su nombre lo indica, son contaminantes que se usan para evaluar el estado de la calidad del aire considerando sus efectos adversos en la salud humana reportados en la literatura (US EPA, 2013). Los contaminantes criterio son los siguientes: el material particulado (partículas con diámetro menor de 2.5 micrómetros, PM_{2.5}, y partículas menores de 10 micrómetros, PM₁₀), el ozono (O₃), el bióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NOx) y el monóxido de carbono (CO).

En el mundo y en México la exposición de la población a la contaminación de aire constituye el primer factor de riesgo ambiental asociado con la mortalidad prematura de la población (IHME, 2016).

4.1.1 Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10})

Las partículas suspendidas son una mezcla de compuestos microscópicos o muy pequeños en forma de líquidos y sólidos suspendidos en el aire. Esta mezcla varía significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Las partículas 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 & Garibay-Bravo, 2003).

Las PM_{10} son aquellas partículas que poseen un diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros, y se pueden dividir por su tamaño a saber en: la fracción gruesa (cuyo diámetro aerodinámico se encuentra entre 2.5 y 10 micrómetros, $PM_{10-2.5}$), fracción fina que incluye a las partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) y la fracción ultra fina que se refiere a las partículas menores de 0.1 micras (Rojas-Bracho & Garibay-Bravo, 2003).

En 2015 la Organización Mundial de la Salud, a través del proyecto de la Carga Global de Enfermedad, reportó que en México casi 29 mil muertes son atribuidas a la contaminación ambiental de las partículas suspendidas (IHME, 2016).

4.1.2 Partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)

Las $PM_{2.5}$ también llamadas partículas finas o fracción respiratoria son aquellas partículas con un diámetro igual o menor a 2.5 μm . Mientras más pequeñas son las partículas, pueden penetrar más profundamente en las vías respiratorias de los individuos, hasta llegar a los alveolos de 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 (Rojas-Bracho y Garibay-Bravo, 2003).

Existe evidencia científica 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 arterioesclerosis, aumento en la incidencia de infecciones y cáncer de pulmón y, recientemente, efectos adversos en la salud reproductiva de las mujeres embarazadas y de sus hijos (Nadadur & Hollingsworth, 2015; Pope III & Dockery, 2006).

4.1.3 Ozono (O_3)

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, principalmente, de las emisiones de vehículos automotores, la industria e inclusive de la actividad biogénica) y de los compuestos orgánicos volátiles (emitidos, principalmente, por los vehículos automotores, la industria, evaporación de solventes, así como la actividad biogénica) 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, por ejemplo: 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 y niños quienes frecuentemente se ejercitan en exteriores, también puede causar daños permanentes en el tejido del pulmón (US EPA, 2013).

En 2015 la Organización Mundial de la Salud, a través del proyecto de la Carga Global de Enfermedad, reportó que en México casi 1860 muertes se atribuyen a la contaminación ambiental de ozono (IHME, 2016).

4.1.4 Bióxido de azufre (SO₂)

El SO₂ es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera en la combustión de combustibles fósiles (carbón y petróleo) y en la fundición de minerales que contienen azufre. La principal fuente antropogénica de este contaminante es la quema de combustibles fósiles que contienen azufre empleados para la generación de electricidad y en los vehículos de motor a diésel.

El principal efecto del SO₂ sobre la salud es la afectación a la función pulmonar, además de la 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 SO₂ son más elevados (US EPA, 2013).

4.1.5 Bióxido de nitrógeno (NO₂)

Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO₂ son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos). “Estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada; la disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO₂ registradas (u observadas) actualmente en ciudades europeas y norteamericanas” (OMS, 2016).

4.1.6 Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un 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, así como los controles de emisiones, 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 actividad agrícola.

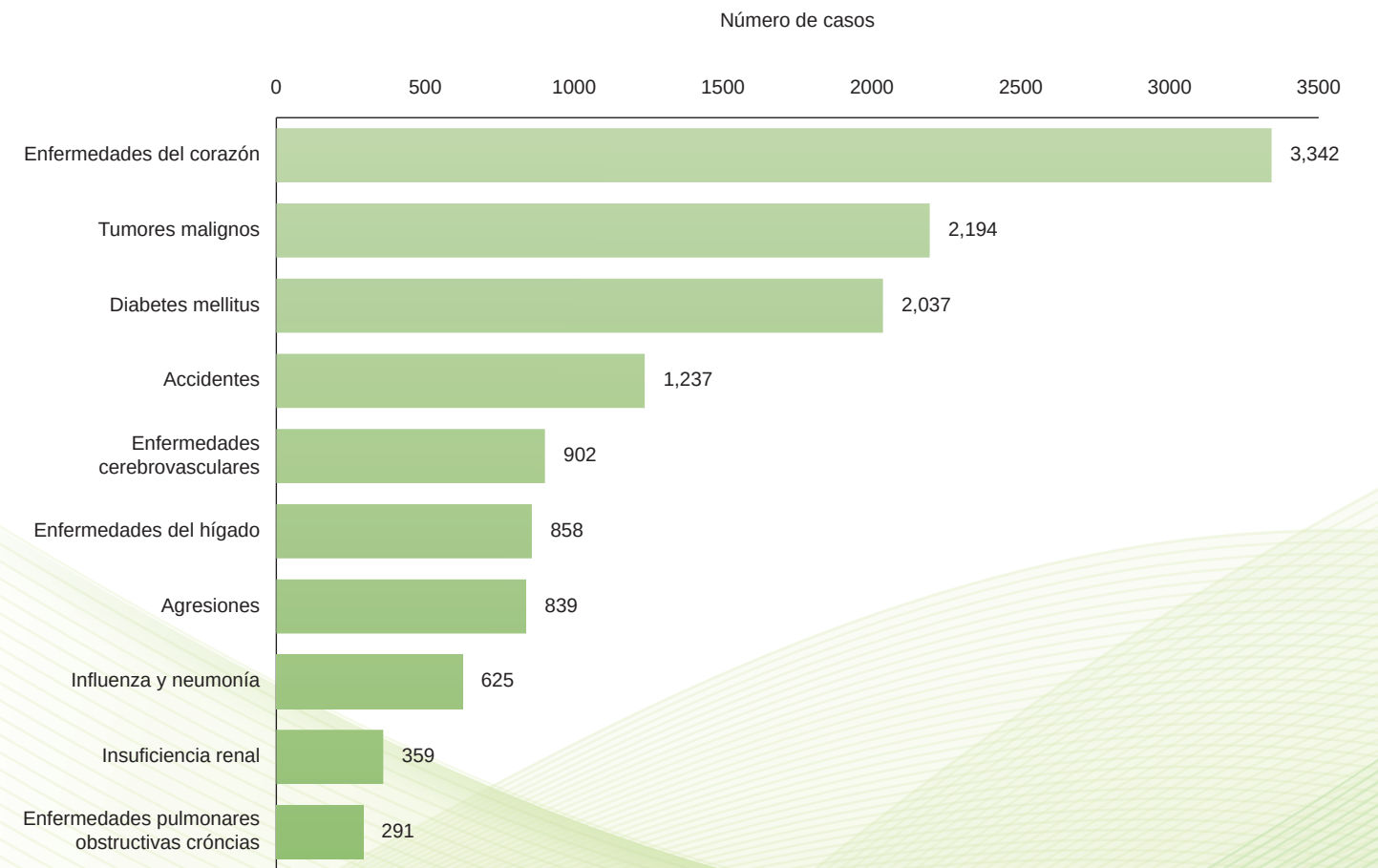
Por su estructura molecular, este contaminante presenta afinidad con la hemoglobina y desplaza el oxígeno en la sangre, pudiendo ocasionar daños cardiovasculares y efectos neuroconductuales. Este contaminante es peligroso en altitudes más elevadas, donde la presión del oxígeno es más baja y en donde la gente carece de un suministro adecuado de oxígeno (US EPA, 2013).

4.2 Principales causas de enfermedades registradas en la población de Baja California 2015

En esta sección se presentan las 10 causas principales de enfermedad y mortalidad en 2015 (INEGI, 2015; Secretaría de Salud, 2015). Este perfil de salud es importante para establecer la situación base de salud y describir la ocurrencia de muertes y enfermedades que podrían estar relacionadas con la exposición crónica y aguda a los contaminantes del aire.

4.2.1 Perfil de mortalidad, 2015

En la Figura 43 se aprecia que las tres primeras causas de muerte en el Estado fueron las enfermedades del corazón, los tumores malignos y la diabetes mellitus. Los contaminantes del aire, específicamente las $PM_{2.5}$, se han asociado con el aumento en el riesgo de muerte por enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón y, recientemente, con el desarrollo de diabetes mellitus tipo II (Eze et al., 2015; Hamra et al., 2014; He et al., 2017; Hoek et al., 2013; Pope et al., 2015).



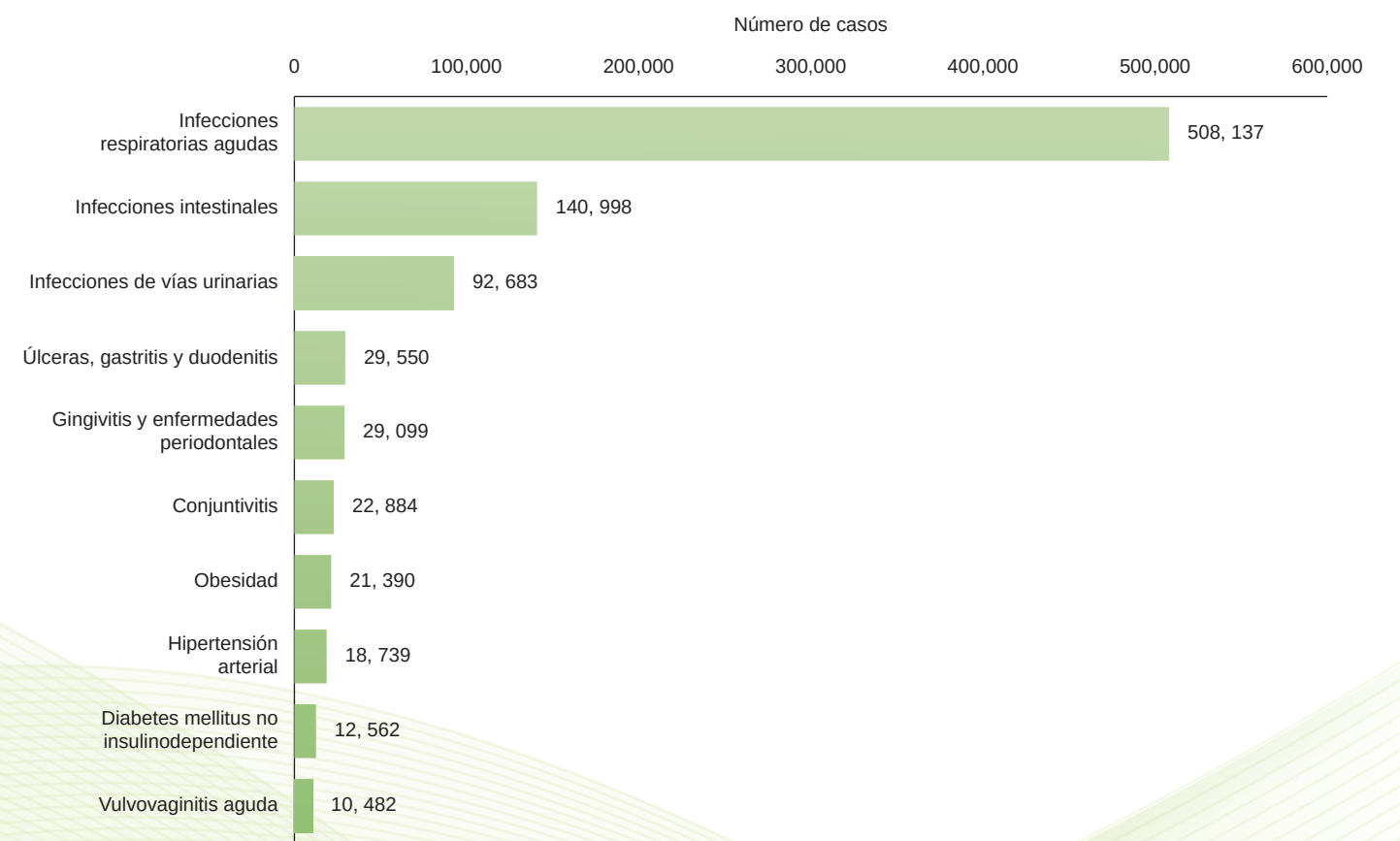
Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015).

Figura 43. Las diez principales causas de muerte en Baja California.

4.2.2 Perfil de morbilidad, 2015

Las tres principales causas de enfermedad en la población general de Baja California en 2015 fueron las infecciones respiratorias agudas (IRAs), las infecciones intestinales y las infecciones de vías urinarias (Ver figura 44). Cabe destacar la mayor incidencia de IRAs en el grupo de niños de 1-4 años con 113,547 casos que representan el 22% del total, este padecimiento se ha correlacionado significativamente con la exposición aguda a contaminantes del aire (Ramírez-Sánchez, Andrade-García, González-Castañeda, & Celis-de La Rosa, 2006).

La contaminación atmosférica es un factor de riesgo de las enfermedades respiratorias; así como de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón, por lo que vale la pena controlar ese factor de riesgo para disminuir la carga de enfermedad potencial en grupos vulnerables como niños y adultos mayores.



Fuente: Elaboración propia con información del anuario de morbilidad 2015, del SUIVE-DGS. Disponible (Secretaría de Salud, 2015).

Figura 44. Las diez principales causas de enfermedad en Baja California.

4.3 Impactos en la salud por incumplir con la NOM de PM_{2.5}

En la evaluación de los impactos en la salud de las ciudades de Mexicali y Tijuana se empleó la herramienta BenMap (*Environmental Benefits Mapping and Analysis Program*). BenMap es recomendado por la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos y puede ser descargado de su página (EPA, 2015).

El objetivo de esta evaluación es proporcionar a las autoridades y al público interesado información sobre los beneficios en la salud y económicos que se obtendrían si se redujeran los niveles de las PM_{2.5} en las ciudades de Mexicali y Tijuana, al valor límite anual establecido en la NOM correspondiente; en particular con respecto a los incrementos de casos de mortalidad prematura por causa de las enfermedades cardiovasculares (EC), enfermedades cardiopulmonares (CAP), y cáncer de pulmón (CP).

Se consideraron dos escenarios de evaluación, el escenario base que contempla la exposición anual que prevalece en dicha ciudad con respecto a las concentraciones ambientales de PM_{2.5}, más actuales y disponibles, y el escenario de control que considera la reducción de estas concentraciones ambientales al límite anual (12 µg/m³) establecido para este contaminante (ver cuadro 19). Bajo el supuesto de que la población que habita las ciudades de Mexicali y Tijuana ha estado expuesta crónicamente a las PM_{2.5}.

El escenario base de PM_{2.5} para Mexicali y Tijuana se construyó con el promedio de los valores anuales de 2015 de dos estaciones CESPМ y LAM, respectivamente (Ver Capítulo 2). El valor en Mexicali fue de 19.7 µg/m³ y el valor en Tijuana fue de 29.8 µg/m³, que se presentan en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Valores anuales de PM_{2.5} de los escenarios de modelación de los impactos en la salud.

Ciudad	Valor anual en el escenario base, µg/m ³	Valor anual en el escenario de control, µg/m ³
Mexicali	19.7	12
Tijuana	29.8	12

4.3.1 Metodología de evaluación de los impactos en la salud

La metodología empleada fue la Evaluación de Impactos en Salud (EIS). La EIS es una metodología derivada del enfoque de la evaluación de riesgos y se define como: “una combinación de procedimientos, métodos y herramientas por las cuales una política, programa o proyecto puede ser evaluado en función de sus potenciales efectos sobre la salud de la población y de la distribución de los mismos en dicha población” (OMS, 2014). Esta metodología se ha empleado extensivamente en distintos países para facilitar la toma de decisiones de las autoridades de medioambiente, de salud y de los ciudadanos (Medina, Le Tertre, Saklad, & on behalf of the Apheis Collaborative Network, 2009).

La metodología EIS consta de cuatro etapas metodológicas: (1) la selección del contaminante que tiene efectos adversos en la salud de la población, así como la selección de los efectos en la salud que se evaluarán, basado en evidencia epidemiológica y toxicológica; (2) la selección de la función exposición-respuesta que relaciona cuantitativamente el cambio del contaminante del aire y con los cambios en los efectos en la salud seleccionados; (3) la evaluación del cambio de la exposición potencial de la población bajo un supuesto de reducción de concentraciones, que integra tanto los datos de población como las concentraciones del contaminante; y (4) la caracterización o cuantificación de los casos evitados por impacto identificado (INE, 2012). Adicionalmente, la quinta etapa evalúa monetariamente los casos evitados del impacto identificado, aunque esta es opcional, pero importante en los análisis costo-beneficio.

4.3.2 Resultados de la evaluación de los impactos en la salud

La evaluación del cambio en los impactos en la salud requiere de la cuantificación del cambio de la exposición del contaminante bajo los escenarios descritos al inicio de esta sección (Ver Cuadro 19). Para ello es necesario seleccionar la población expuesta a las PM_{2.5} y asignarle la exposición de acuerdo con las mediciones disponibles en la zona de estudio.

En las ciudades de Mexicali y Tijuana se cuenta con dos estaciones de monitoreo en cada localidad, CESP y COBACH, y LAM y LAB que miden PM_{2.5}. No obstante, solamente CESP y LAM cumplieron con los criterios de suficiencia establecidos en la norma correspondiente. La asignación de la exposición se realizó a nivel de las AGEB se supuso que los valores anuales representan la exposición la población de los AGEB urbanos de cada municipio. En la Figura 45 se presenta el mapa que ilustran en color gris el área de AGEB urbanos en los que fue cuantificada la población expuesta (INEGI, 2010).

Finalmente, el cambio de la exposición se obtuvo en cada AGEB como la diferencia de los valores de las PM_{2.5} prevalecientes (Ver Cuadro 19) y el valor de 12 µg/m³ límite anual de la NOM. Este proceso de cálculo se realiza internamente en el modelo BenMap utilizando en SIG que tiene incorporado.

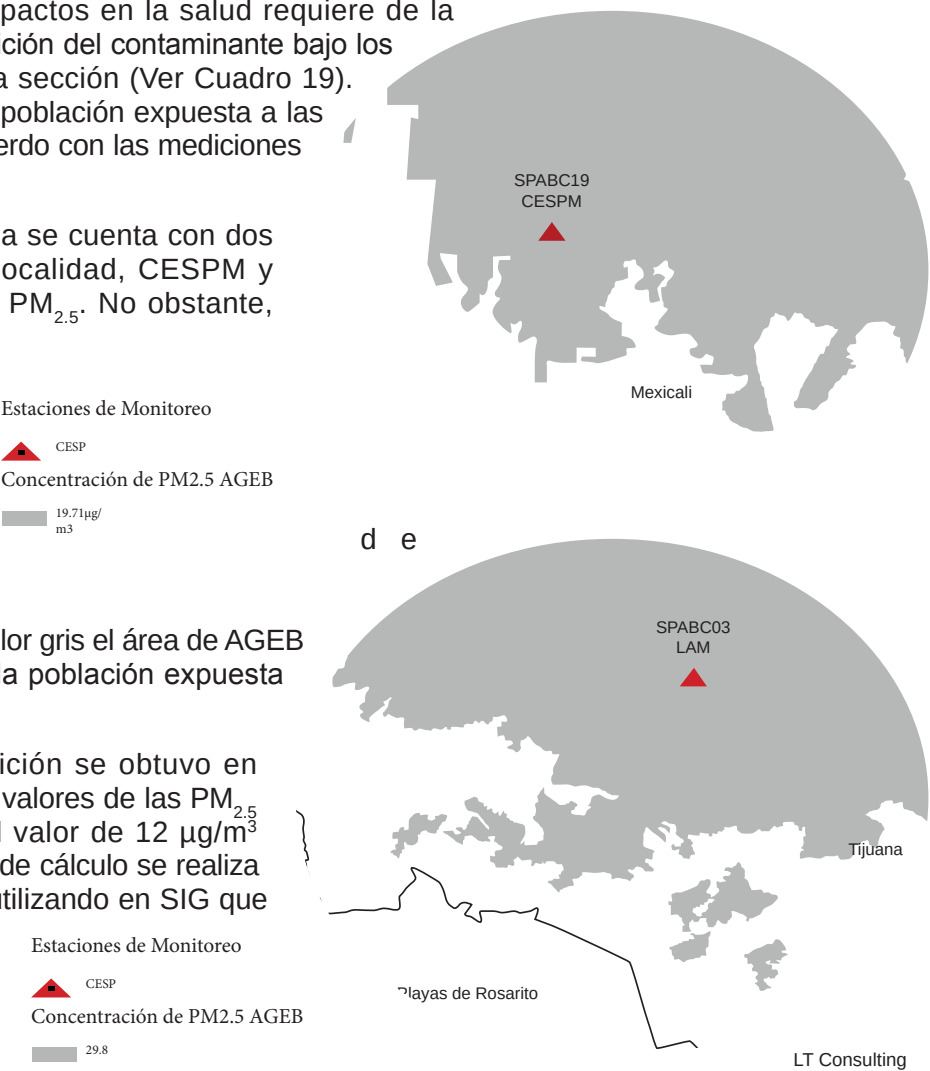


Figura 45. Estación de monitoreo y concentración de PM_{2.5} por AGEB en los municipios de Mexicali y Tijuana.

Las tasas basales de incidencia de los impactos estudiados es un insumo esencial en las EIS. Estas tasas indican la ocurrencia base de casos de defunciones o enfermedades por las causas estudiadas en un periodo específico del año.

Utilizando la información identificada en la sección 4.2.1 del perfil de mortalidad, 2015, se calcularon las tasas de mortalidad en los municipios de Mexicali y Tijuana por cada 100,000 habitantes para los impactos estudiados (Ver Cuadro 20).

Cuadro 20. Tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cardiopulmonares y cáncer de pulmón en Mexicali y Tijuana en 2015.

Municipio	Tasas de mortalidad (casos/100,000 habitantes)		
	Cardiovasculares >15 años	Cardiopulmonares >15 años	Cáncer de pulmón >=30 años
Mexicali	186	382	12
Tijuana	142	276	8

Esta información junto con la población es utilizada en el modelo BenMap para estimar los casos de mortalidad basal por las causas de enfermedad estudiadas que se presentaron en 2015.

Finalmente, el modelo BenMap realiza el cálculo de los casos de mortalidad atribuible a las PM_{2.5}. Estos casos de mortalidad atribuible son los casos potenciales de mortalidad evitable (por las tres causas seleccionadas) si se cumpliera con la NOM para las PM_{2.5}. El cálculo se realiza en cada AGEB y posteriormente se suma para dar un valor total en el área de estudio.

Los resultados de la evaluación de la mortalidad evitables por las causas estudiadas se presentan en la Figura 46. En las ciudades de Mexicali y Tijuana podrían evitar en conjunto 485 casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, 390 por cardiopulmonares y 18 por cáncer de pulmón.

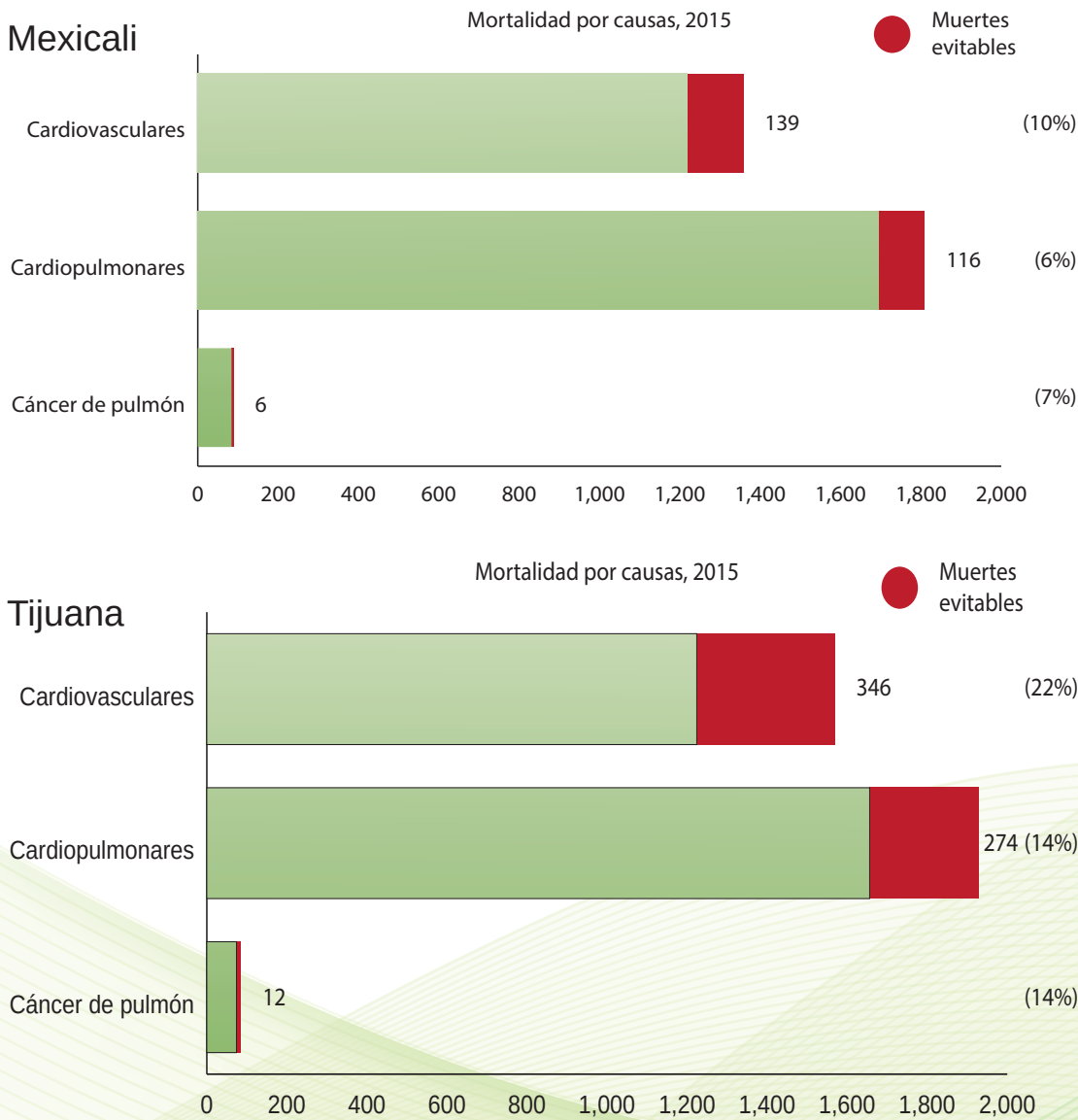


Figura 46. Muertes evitables por causa de mortalidad y municipio, y su contribución a la incidencia basal.

En la Figura 46 se distingue en color naranja, la proporción de los casos que serían evitables con respecto a los casos de mortalidad basal. Las muertes evitables por enfermedades cardiovasculares en Mexicali y Tijuana ascienden al 22 y 10% respectivamente; asimismo la mortalidad evitable por enfermedades cardiopulmonares relativa a la incidencia basal resultó en 14% y 6%; finalmente, en lo que se refiere a la mortalidad evitable por cáncer de pulmón fue de 14% y 7%.

4.3.3 Valoración económica por incumplir con la NOM de PM_{2.5}

En la evaluación económica en los casos de mortalidad evitable de las ciudades de Mexicali y Tijuana se contabilizaron solamente los casos de enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón. Los casos de mortalidad de enfermedades cardiopulmonares no se consideraron en la valoración porque este grupo comparte causas de enfermedad con el grupo de enfermedades cardiovasculares y si se sumaran se estarían contando dos veces.

Tomando en cuenta lo anterior, los casos totales de mortalidad evitable considerados en la valoración económica fueron de 145 para Mexicali y 358 para Tijuana, lo que resulta en un valor económico alrededor de 4,482 y 11,065 millones de pesos (mdp), respectivamente.

Resumen

Impacto a la salud: Baja California

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 las ciudades de Mexicali y Tijuana, se evitarían un total de 893 casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cardiopulmonares y por cáncer de pulmón. Considerando solamente los casos por enfermedades cardiovasculares y por cáncer de pulmón los beneficios económicos ascenderían en su conjunto a los \$15,547 millones de pesos.

Para la evaluación del impacto a la salud se consideró que las concentraciones registradas en las estaciones de monitoreo CESPМ y LAM, ubicadas respectivamente en Mexicali y Tijuana, representan la exposición de la población urbana de estos municipios. Sin embargo, la exposición de la población podría variar en el espacio si se consideraran las mediciones de $PM^{2.5}$ de otras estaciones de monitoreo.

Continuar reforzando la infraestructura y operación del monitoreo atmosférico, así como los sistemas de calidad son requeridos para evaluar con certeza la calidad del aire.

Se requiere realizar estudios epidemiológicos que evalúen asociaciones entre los niveles de contaminación, en particular de ozono y partículas suspendidas, e incrementos en las tasas de morbilidad y mortalidad de la población vulnerable residente en las ciudades de Baja California que cuentan con monitoreo atmosférico a fin de contribuir a la evidencia científica sobre los efectos en la salud de la población.

Capítulo 5

Comunicación y educación ambiental



COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

En la actualidad los problemas ambientales (específicamente el de la contaminación de aire) se perciben a simple vista; y aumentan día a día afectando la salud de la población. Diariamente millones de personas son expuestas a una mala calidad del aire, derivado del crecimiento urbano y económico, el aumento de vehículos en circulación, la presencia industrial y comercial, así como la demanda de bienes y servicios. Pero no solamente son estos factores los que influyen en el deterioro de la calidad de aire, también se encuentran aquellas actividades que desempeñamos diariamente en nuestro hogar y oficina, por lo que se puede decir que todo el tiempo estamos alterando nuestro medio ambiente, y en muchas ocasiones sin darnos cuenta de ello.

En este sentido es que se desarrolla el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire), que busca mejorar la calidad del aire a través de la implementación de medidas que reduzcan y/o controlen las emisiones contaminantes a la atmósfera. Este programa no sólo requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad, sino también de una transformación de conciencias, enfocada en impulsar acciones que propicien valores, respeto y cuidado a nuestro medio ambiente, por tal motivo y considerando la importancia que tiene la comunicación y educación ambiental, el ProAire aborda estos dos grandes campos a fin de generar conciencia de los habitantes de hoy y del futuro.

5.1 Actores involucrados en la comunicación y difusión de la calidad del aire

De acuerdo a la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California en su Artículo 159 establece que el ejecutivo estatal y los municipios celebrarán convenios para la difusión, información y promoción de acciones de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; además de que toda persona tiene derecho a que las autoridades ambientales pongan a disposición la información ambiental (Art. 160) con la intención de promover y realizar acciones relacionadas con la protección, preservación y restauración del ambiente, a fin de desarrollar en la población una mayor cultura ambiental (Art. 8) (H. Congreso del Estado de Baja California, 2001).

Bajo esos lineamientos la Secretaría de Protección al Ambiente (SPA) realiza ferias ambientales en el tema de la calidad del aire en los municipios de Mexicali, Tijuana y Ensenada; en donde a través de un módulo, se exhibe el equipo donde se lleva a cabo el muestreo de los contaminantes criterio dando a conocer su operación e importancia de monitorear la calidad del aire en el Estado.

Otro de los actores que intervienen en el tema de la calidad del aire es la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) que junto a SPA han consolidado esfuerzos a favor del medio ambiente, como es el caso del programa “*Ambientalizate*” que consta de 7 videos³ enfocados a cómo prevenir la contaminación del aire en Mexicali y Valle Imperial en EE.UU.

Asimismo los municipios de Tijuana, Ensenada, Mexicali, Tecate y Playas de Rosarito coadyuvan en la implementación de políticas ambientales que promueven acciones que ordenan y regulan el desarrollo sustentable para mejorar la calidad de vida de la población de Baja California y la región transfronteriza (SPA, 2017).

³Ambientalizate en: <https://www.youtube.com/watch?v=3LXxTuyF8gg>

5.2 Internet y redes sociales

Hoy en día los medios de comunicación, internet y redes sociales juegan un papel importante debido a su gran influencia en la percepción de la ciudadanía, y en gran medida han sido de gran utilidad en la transmisión de información y contenidos. Estas herramientas no sólo son utilizadas por las instituciones gubernamentales, también son usadas por la población y sociedad civil con el objetivo de hacer del conocimiento público los problemas ambientales a los que nos enfrentamos diariamente, igualmente son importantes para potencializar los trabajos que se hacen a favor del medio ambiente y sumar a otras personas a la misma causa, además de que son y deben seguir siendo herramientas generadoras de conciencia.

La Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC) consciente de la importancia que tiene el uso de internet⁴ y redes sociales⁵ utiliza estas herramientas para transmitir información ambiental a la ciudadanía tales como: talleres, cursos, trámites, conferencias, concursos, denuncias anónimas, entre otras. En cuanto al tema de la calidad del aire SPABC publica diariamente y en tiempo real la medición de partículas PM_{2.5} en las zonas urbanas de Tijuana y Mexicali. Es mediante el indicador AQI⁶ que se informa a la población sobre el estado de la calidad del aire. Asimismo, muestra la concentración de contaminantes en el aire y cuáles son los efectos a la salud, además de las medidas que se deben adoptar en caso de una mala calidad del aire.

Igualmente el municipio de Mexicali en su página de internet⁷ muestra los resultados de monitoreo de la calidad del aire para la zona sureste y para los contaminantes bióxido de azufre (SO₂), bióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO), ozono (O₃), partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM₁₀ y PM_{2.5}, respectivamente).



Bueno	Moderado	Dañino leve	Dañino	Muy Dañino	Peligroso
0-50	51-100	101-150 Dañino para grupo sensitivos	151-200	201-250	251-300

Fuente: Secretaría de Protección al Ambiente en <http://www.spabc.gob.mx/>

Figura 47. Publicación de la calidad del aire en los municipios de Mexicali y Tijuana.

La importancia de informar a la población sobre la calidad del aire radica en proteger la salud de la población a través del monitoreo atmosférico y la difusión del estado de la calidad del aire, ya que permite a la población tomar las medidas necesarias para reducir su exposición a los contaminantes en el aire. Derivado del ProAire se estableció fortalecer la difusión de la calidad del aire en los municipios donde se tienen estaciones de monitoreo, así como ampliar la medición a las principales zonas urbanas en el Estado de Baja California a fin de que la población esté informada sobre la calidad del aire.

⁴Secretaría de Protección al Ambiente (SPA) en: <http://www.spabc.gob.mx>

⁵Secretaría de Protección al Ambiente BC en: <https://www.facebook.com/SPAGobBC/>

⁶El AQI (por sus siglas en inglés) es un índice para la notificación de la calidad del aire. Indica el grado de contaminación atmosférica y los efectos a la salud.

⁷Para mayor información, consulta la calidad del aire en Mexicali en: <http://www.mexicali.gob.mx/22/calidaddelaireD.php>

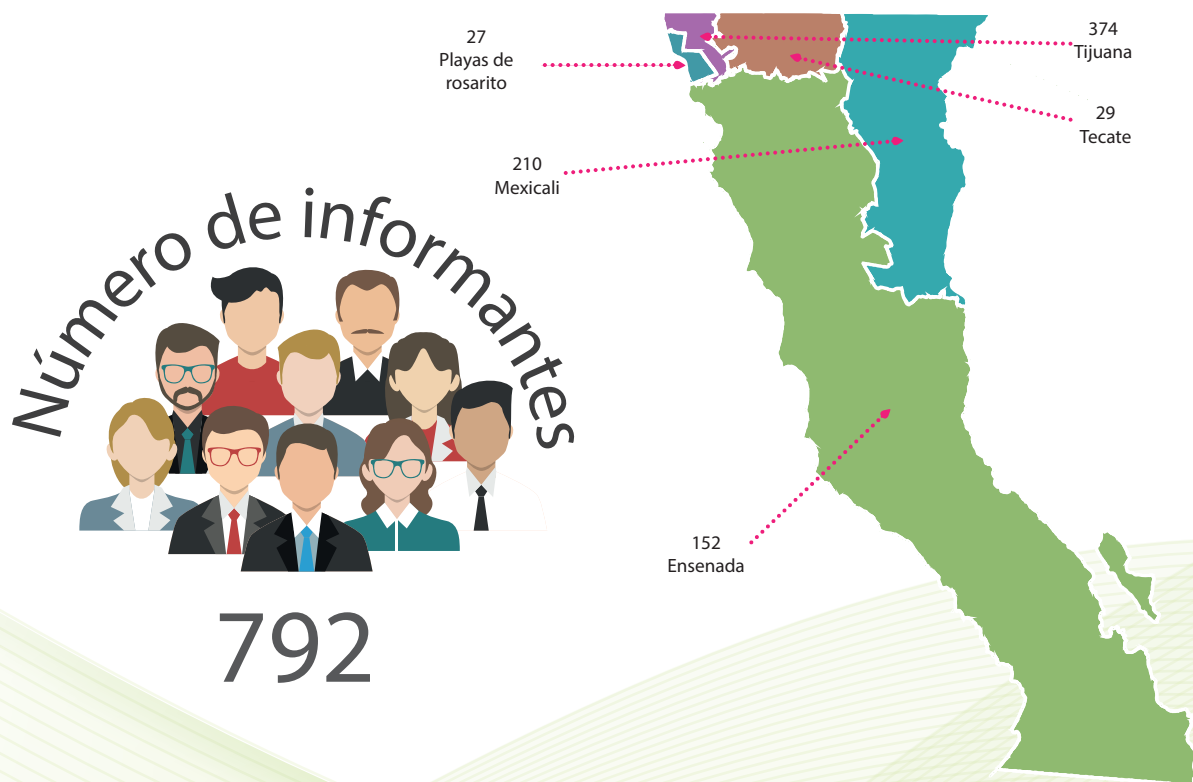
Encuestas electrónicas difundidas por la autoridad estatal y municipal en las plataformas:

5.3 Percepción general de la ciudadanía sobre la calidad del aire

Para el desarrollo del presente Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) del Estado de Baja California se realizaron los Sondeos de Percepción de la Calidad de Aire⁸ aplicados a los 5 municipios del Estado. El número de informantes fue de 792 (Figura 48) distribuidos en los siguientes municipios: Tijuana (47%), Mexicali (27%), Ensenada (19%), Playas de Rosarito (3%) y Tecate (4%). El objetivo de los sondeos: *Conocer la percepción general de la ciudadanía sobre la calidad del aire.*

Con los resultados de este sondeo se tendrá un panorama general sobre cuál es el conocimiento e interés de la ciudadanía por la calidad del aire y con ello establecer en el ProAire, medidas y acciones enfocadas en los temas de comunicación y educación ambiental.

Cabe destacar que el siguiente análisis no considera la información obtenida para los municipios de Playas de Rosarito y Tecate debido a que la respuesta al sondeo fue prácticamente nula. Por lo tanto, de los 792 sondeos aplicados sólo se considera el resultado de 736 formularios.



Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad del aire en Baja California.

Figura 48. Sondeos de la percepción de la calidad del aire para el Estado de Baja California.

⁸ Encuestas electrónicas difundidas por la autoridad estatal y municipal en las plataformas:

Tijuana: <https://goo.gl/forms/Q8lCqs5zt5wbO762>

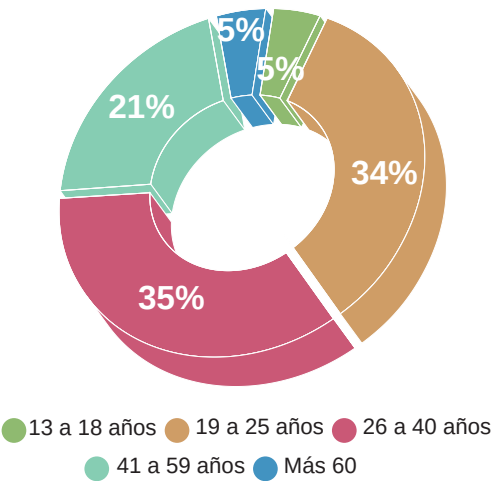
Mexicali: <https://goo.gl/forms/wMAU1clc3BMpv10y2>

Ensenada: <https://goo.gl/forms/ojrTrYDR2GQOfnZk2>

Playas de Rosarito: <https://goo.gl/forms/C6QfLHdHd2fbmeq8G3>

Tecate: <https://goo.gl/forms/UpVgco9ax3L0uXHX2>

El cuestionario constó de 10 preguntas basadas en 4 ejes: percepción de la calidad del aire, fuentes de emisión, impactos a la salud y educación ambiental. Es importante mencionar que el llenado de los formularios fue de manera electrónica y su difusión estuvo a cargo de la SPABC, así como de las direcciones de ecología y/o medio ambiente de los municipios.

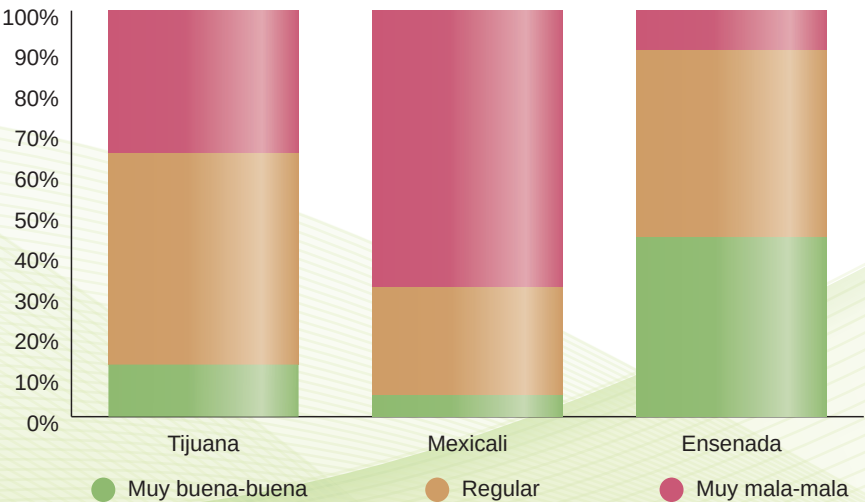


Las edades de los informantes fueron muy diversas (Ver Figura 49), el mayor porcentaje fueron **personas de 26 a 40 años de edad (35%)** seguido de **19 a 25 años (34%)** y **personas de 41 a 59 (21%)**. En muchas ocasiones las edades de los informantes influyen en diversos aspectos como puede ser la percepción que se tiene sobre la contaminación del aire, la información obtenida acerca del tema y qué tan consciente se está ante la problemática del deterioro de la calidad del aire. Por ello es de relevancia que exista una educación ambiental desde las primeras edades ya que esto generará un impacto social en el medio ambiente, llevándolo consigo a la edad adulta.

Figura 49. Edad de los informantes en el sondeo de la percepción de la calidad de aire.

Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

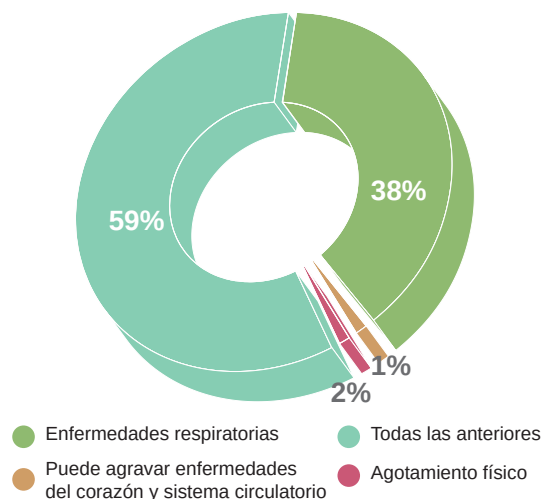
En la siguiente gráfica se muestran los resultados de la percepción de la calidad del aire (Figura 50). Los municipios de **Tijuana** y **Ensenada** son los ayuntamientos que en percepción **consideran una calidad del aire regular**, mientras que en **Mexicali** la calidad del aire es entre **muy mala y mala**. Esta información permite establecer una relación entre percepción de la calidad del aire en los municipios y lo mencionado en el “Diagnóstico de la Calidad del Aire” (capítulo 2) donde los tres municipios han incumplido⁹ la norma para partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀), y en el caso de Tijuana y Mexicali han incumplido la norma en ozono (O₃).



Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Figura 50. Percepción de la calidad del aire en los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada.

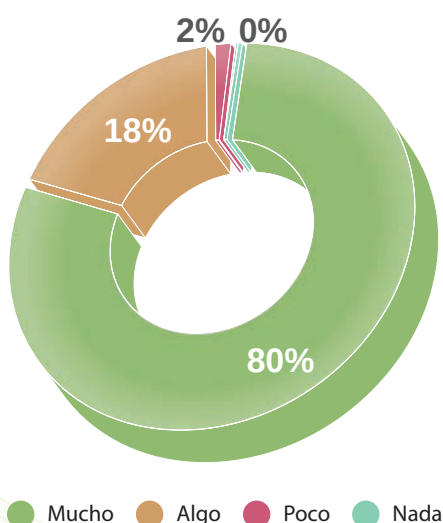
⁹Véase Capítulo 2. Diagnóstico de la Calidad del Aire, pág. 13.



De acuerdo a los informantes el **59% mencionó que la contaminación del aire puede ocasionar enfermedades respiratorias, puede agravar enfermedades del corazón y sistema circulatorio, así como agotamiento físico**, seguido del **38% de informantes que comentó que puede causar enfermedades respiratorias** (Figura 51). Este dato es importante debido a que la población relaciona la contaminación del aire con impactos a la salud, sin embargo, los efectos adversos a la salud que tiene la contaminación son muy variados (tal y como se describió en capítulo 4 de este programa), por lo que es recomendable diseñar e implementar una campaña de información sobre los impactos a la salud, a fin de que la población esté mejor informada.

Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Figura 51. Enfermedades que puede causar la calidad del aire.



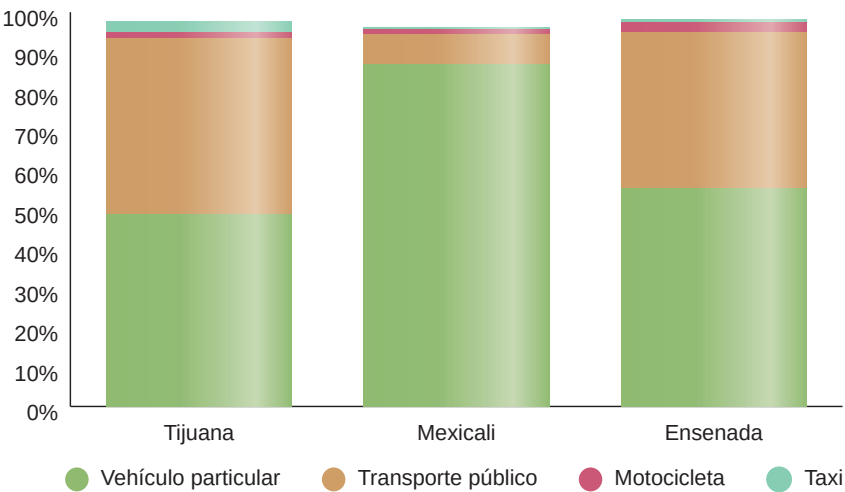
Por otra parte, del total de informantes se obtuvieron resultados que muestran que al **80% de los encuestados les preocupa mucho el tema de la calidad del aire, al 18% algo, y al 2% poco** (Figura 52). Los datos establecen que el tema de la calidad del aire es de interés de la población, sin embargo, la estrategia de comunicación que se busca implementar -derivada del ProAire- tiene por objetivo materializar esa preocupación haciendo partícipe a la población en acciones diarias que mejoren la calidad del aire.

Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Figura 52. Preocupación de la población en el tema de la calidad del aire.

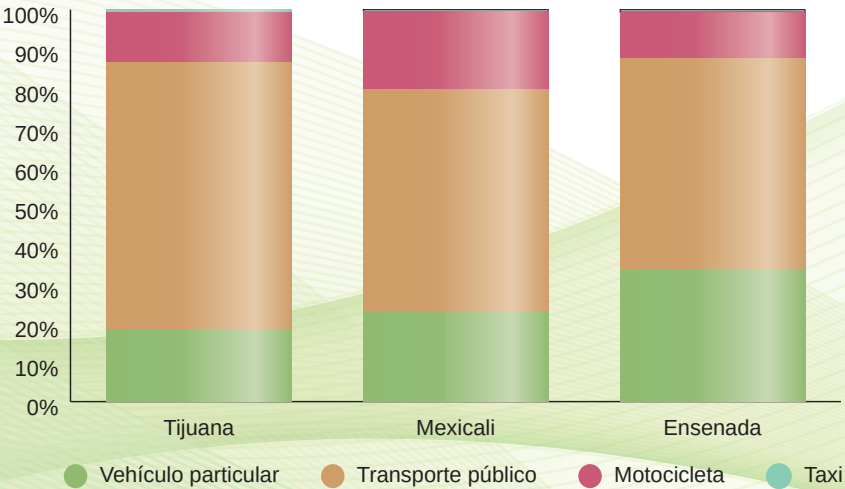
Las siguientes Figuras 53-54, **muestran que el principal medio de transporte para los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada es el vehículo particular**. Cabe destacar que las fuentes móviles que circulan en el Estado de Baja California constituyen una de las principales fuentes de emisión en el Estado ya que son la tercera fuente de bióxido de azufre (SO₂) y la principal fuente de óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y monóxido de carbono (CO)¹⁰.

No obstante, cuando se les preguntó sobre cuál es **vehículo que contamina más**, los informantes mencionaron que **el transporte público**, seguido de los camiones pesados y el automóvil particular. La percepción de la población no es errónea en que el transporte público y el de carga son un problema en materia de emisiones ya que las unidades de transporte público cuentan con más de 10 años de antigüedad, las cuales carecen de sistemas de control de emisiones. Por otra parte, el transporte de carga, por el simple hecho de quemar combustibles como el diésel, son la categoría vehicular que genera mayor cantidad de partículas menores a 2.5 µm, las cuales son un grave problema para la salud de la población (Ver capítulo 4, impacto a la salud). Si bien, el transporte público y los camiones de carga pesada, no son los principales emisores de fuentes móviles –al presentarse en menor cantidad respecto a los de uso particular– son de importancia de forma local, por su contribución en las emisiones que generan.



Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Figura 53. Principales medios de transporte que se utilizan en los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada de acuerdo al sondeo de percepción.



Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Figura 54. Vehículos que contaminan más de acuerdo al sondeo de percepción de calidad del aire.

¹⁰ Véase: Capítulo 3. Inventario de emisiones, pág. 47.

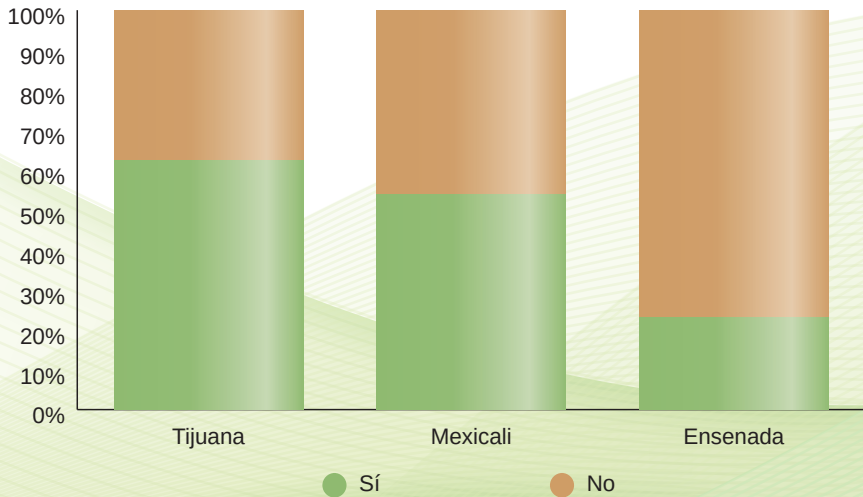
En el siguiente cuadro se muestran por orden prioritario las principales fuentes de emisión por municipios, según los sondeos de percepción. La información obtenida permitirá a las autoridades ambientales implementar planes de trabajo a fin de reforzar la regulación e inspección de las fuentes identificadas por la población, además de generar una cultura de denuncia ciudadana. En el siguiente cuadro se muestran por orden prioritario las principales fuentes de emisión por municipios, según los sondeos de percepción. La información obtenida permitirá a las autoridades ambientales implementar planes de trabajo a fin de reforzar la regulación e inspección de las fuentes identificadas por la población, además de generar una cultura de denuncia ciudadana.

Cuadro 21. Principales fuentes de emisión por municipio.

Municipios	Principales fuentes de emisión por municipio				
Tijuana	1. Industria	2. Transporte público	3. Quemadas (agrícolas, basura, llantas e incendios).	4. Comercios y servicios	5. Vehículos particulares
Mexicali	1. Industria (Cerro Prieto)	2. Quemadas a cielo abierto	3. Transporte público	4. Vehículos particulares	5. Emisión de partículas por terrenos sin vegetación
Ensenada	1. Industria	2. Transporte público	3. Comercios y servicios	4. Vehículos particulares	5. Quemadas (agrícolas, basura, llantas, incendios)

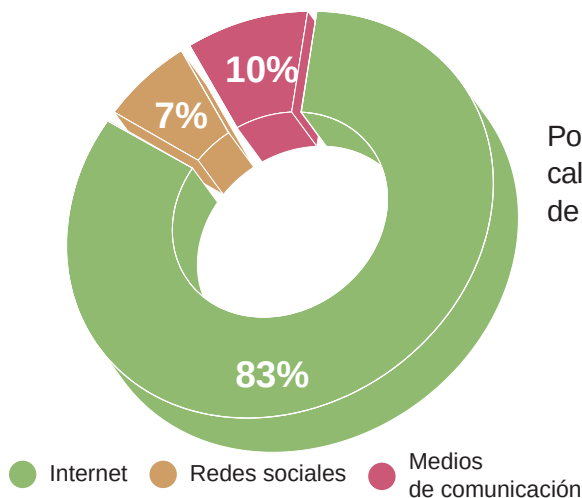
Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Los resultados de los sondeos muestran que en los municipios de **Tijuana y Mexicali, los informantes sí saben dónde consultar la calidad del aire**, mientras que para **Ensenada la población no sabe dónde consultar dicha información** (Figura 55), por lo tanto, es necesario fortalecer la difusión de la calidad del aire en aquellos municipios donde existen estaciones de monitoreo; y en el caso de Ensenada, Playas de Rosarito y Tecate implementar una estrategia que informe a población la calidad del aire en sus localidades, asimismo, en los 5 municipios se requiere fomentar una cultura de consulta de la calidad del aire, ya sea a través de los distintos medios como redes sociales, medios de comunicación, páginas de internet, otros.



Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

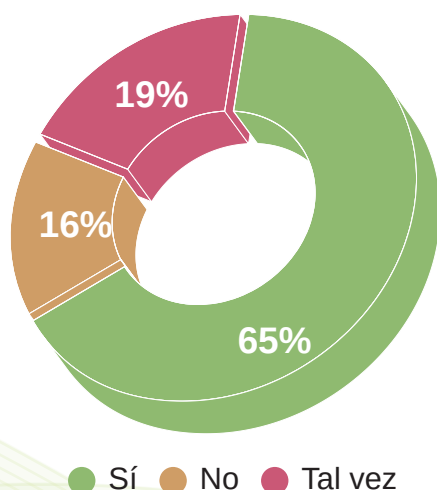
Figura 55. Porcentaje de la población que sabe dónde consultar la calidad del aire.



Por último, de los informantes que mencionaron sí saber dónde consultar la calidad del aire, éstos lo hacen principalmente en internet (83%), seguido de medios de comunicación masiva (10%) y redes sociales (7%).

Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Figura 56. Plataformas donde se consulta la calidad del aire.



Retomando el sondeo de percepción de la calidad de aire en el Estado de Baja California, se preguntó a los informantes si participarían en algún programa y/o actividad que incentive y promueva la educación ambiental. Los resultados muestran que el **65% de los encuestados afirman sí participar en algún programa y actividad**, un 19% mencionó tal vez y el 16% comentaron no participar (Figura 57). La medida en educación ambiental resultado del ProAire busca reafirmar lo establecido en el principio 19 de la Declaración de Estocolmo donde se establece la importancia de la educación ambiental [...] inspirada en el sentido de responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio ambiente en toda su dimensión humana (Conferencia de las Naciones Unidas, 1972).

Fuente: Elaboración propia con información del sondeo de percepción de la calidad de aire en Baja California.

Figura 57. Porcentaje de población de población que participaría en algún programa o actividad en educación ambiental de acuerdo al sondeo de percepción de la calidad del aire.

5.4 Educación ambiental

Como es del conocimiento público en el Estado de Baja California, a través de la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC), de las autoridades ambientales de los municipios y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como un gran número de instituciones educativas y organizaciones civiles, se llevan a cabo diversas actividades participativas de sensibilización y concientización que contribuyen diariamente a la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable y comprometida con el cuidado y preservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y la cultura ambiental.

La educación ambiental es un proceso dinámico y eminentemente participativo que pretende desarrollar conciencia, actitudes, opiniones y creencias para la adopción sostenible de conductas en la población, para identificarse y comprometerse con la problemática ambiental local, regional y global (SPA, 2017).

La SPABC ejecuta los objetivos, estrategias y acciones del Programa Estatal de Protección al Ambiente de Baja California 2015-2019, impulsando la realización de conferencias, foros, congresos y talleres; generando materiales didácticos e informativos además del fortalecimiento de las redes sociales para el fomento de la cultura ambiental y la promoción de la participación ciudadana en la protección del ambiente.

Para el caso del ProAire y conforme a los acuerdos generados en la elaboración del presente programa se busca desarrollar e implementar un programa en educación ambiental que contenga el tema de la calidad del aire, pues su implementación permitirá hacer frente a los problemas y retos ambientales de hoy y del futuro. Algunas de las actividades que desempeña la SPABC se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 22. Actividades que desarrolla la SPABC en educación ambiental.

Campaña o programa ¹¹	Objetivo
Campaña permanente de forestación	Realización de pláticas en escuelas, comités de vecinos y empresas para enseñarles cómo forestar adecuadamente. La SPABC hace donaciones de árboles y se lleva a cabo la forestación del sitio de interés, previa solicitud de la institución interesada.
Campaña permanente de Educación Ambiental	Facilitar pláticas en escuelas, comités de vecinos y empresas referentes a temas ambientales como: reciclaje, cuidado del agua, sustentabilidad, etc.
Campaña permanente "Ponte las Pilas"	Trabajar en las escuelas y empresas para que se conviertan en sitios de acopio de pilas y evitar que éstas sean dispuestas en sitios no adecuados, y que la SPABC las transporte a un sitio para su disposición final.
Participación en eventos comunitarios de Protección Ambiental	Asistir como ponente a los eventos que la comunidad organiza con el objetivo de dar a conocer el trabajo que la SPABC desarrolla y realiza en cuanto a las actividades de ambiental.
Campaña Salvemos la Playa	Invitar a la comunidad a realizar labores de limpieza en la playa y concientizar que toda la basura vertida en los arroyos y canales contamina las playas.
Celebración del Día Mundial el Agua	Celebración que se lleva a cabo -de manera permanente- el día 22 de marzo y se organiza en coordinación con la CESPT para resaltar la Cultura del Agua.
Celebración del día mundial de la Tierra	Celebración que se lleva a cabo -de manera permanente- el día 22 de abril con Expo plantas donde participan viveros de toda región, con el objetivo de fomentar la forestación desde los hogares.
Celebración del Día Mundial de la Diversidad Biológica.	Celebración que se lleva a cabo -de manera permanente- el día 22 de mayo con una serie de conferencias de investigadores y dependencias de todo el estado. Se organizan módulos para exposición para dar a conocer la diversidad biológica del estado y las acciones que se realizan para proteger el ambiente.
Celebración del día mundial del Ambiente (Expo Ambiente)	Celebración que se lleva a cabo -de manera permanente- el día 5 de junio y representa la celebración más importante del Departamento de Educación Ambiental de la SPA, consiste en una serie de expositores de dependencias gubernamentales, industriales, instituciones educativas, ONG's que muestran a través de módulos de exposición y talleres la labor que hacen a favor del ambiente.

¹¹ Para mayor información acerca de las actividades que lleva a cabo la SPA consulta: ECOLOGIABC-Revista virtual en: <https://issuu.com/xasn/docs/ecologiabc-c?e=12356917/8383503>

Resumen

Comunicación y Educación Ambiental: Baja California

En la actualidad los problemas ambientales (específicamente el de la contaminación de aire) se perciben a simple vista; y aumentan día a día afectando la salud de la población. Diariamente millones de personas son expuestas a una mala la calidad del aire, derivado del crecimiento urbano y económico, el aumento de vehículos en circulación, la presencia industrial y comercial, así como la demanda de bienes y servicios. Pero no solamente son estos factores los que influyen en el deterioro de la calidad de aire, también se encuentran aquellas actividades que desempeñamos diariamente en nuestro hogar y oficina, por lo que se puede decir que todo el tiempo estamos alterando nuestro medio ambiente, y en muchas ocasiones sin darnos cuenta de ello.

Actores involucrados en la difusión de la calidad del aire

La Secretaría de Protección al Ambiente (SPA) mediante la página <http://www.spabc.gob.mx> publica diariamente los índices de la calidad del aire para los municipios de Tijuana y Mexicali, del mismo modo el municipio de Mexicali en su portal institucional <http://www.mexicali.gob.mx/22/calidaddel aireD.php> muestra los resultados del monitoreo de la calidad del aire para los contaminantes: bióxido de azufre (SO₂), bióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO), ozono (O₃), partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM₁₀ y PM_{2.5}, respectivamente).

Percepción general de la ciudadanía sobre la calidad del aire

Derivado de la importancia que tiene la comunicación y educación ambiental se implementaron los sondeos de percepción de la calidad de aire en los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada, los resultados más sobresalientes se muestran a continuación:

- Los municipios de Tijuana y Ensenada -en percepción- presentan una calidad del aire regular, y para Mexicali ésta es entre mala y muy mala.
- El 80% de los informantes mencionó que el tema de la calidad del aire le preocupa mucho mientras que el 18% dijo que algo.
- El principal medio de transporte en los municipios de Tijuana, Ensenada y Mexicali es el automóvil particular.
- De acuerdo a los encuestados el vehículo que contamina más es el transporte público.

Capítulo 6

Estrategias y medidas



ESTRATEGIAS Y MEDIDAS

6.1 Introducción a estrategias y medidas del ProAire

Considerando los resultados del inventario de emisiones, el análisis de la calidad del aire de las concentraciones registradas por las estaciones de monitoreo atmosférico, el análisis jurídico, los estudios y análisis de salud por contaminación del aire, así como la difusión de información del tema de la calidad del aire en el Estado de Baja California, se definieron las siguientes líneas estratégicas para reducir la emisión de contaminantes en esta entidad:

1. Emisiones de fuentes móviles.
2. Emisiones de fuentes de área.
3. Emisiones de fuentes fijas.
4. Protección a la salud de la población.
5. Comunicación y educación ambiental.
6. Fortalecimiento institucional.

A su vez, las estrategias se desagregaron en medidas específicas, éstas últimas resultantes de una serie de reuniones y talleres realizadas con los diversos sectores involucrados (instituciones gubernamentales, no gubernamentales, industrial, académico, investigación, entre otros.). Para la realización de las medidas que integran el ProAire, se han definido metas, objetivos y acciones para cada una de ellas.

La estructura de la ficha técnica que describe cada una de las medidas está integrada de la siguiente manera:

1. Estrategia.
2. Medida.
3. Objetivo
4. Beneficios esperados.
5. Justificación.
6. Responsable de implementar la medida.
7. Participantes.
8. Beneficios esperados.
9. Meta e indicador de la medida.
10. Acciones, indicador y cronograma de ejecución de las acciones.
11. Costo estimado.

En este capítulo se muestran las medidas seleccionadas para el Programa de Calidad del Aire del Estado de Baja California, de acuerdo a la estructura mencionada. Se espera que esta serie de estrategias, medidas y acciones permitan alcanzar una mejora en la calidad del aire, y por consecuencia en la calidad de vida de los habitantes de esta región del país.

6.1.1 Objetivos

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California, tiene como objetivo reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, provenientes de diversas fuentes, lo cual permitirá proteger la salud de la población y revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire que se ha dado con la presencia de altas concentraciones de contaminantes en la atmósfera.

6.1.2 Estrategias y medidas

En función del análisis de los resultados del inventario de emisiones en conjunto con los resultados del diagnóstico de calidad del aire entre otros, el Cuadro 23 del resumen las estrategias y medidas seleccionadas para abatir la contaminación del aire en el Estado de Baja California

Cuadro 23. Estrategias y medidas por tipo de fuente contaminante y eje transversal.

Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas	
Medida 1.	Fortalecimiento de la regulación de la industria estatal.
Medida 2.	Regulación de las actividades en los bancos de materiales.
Medida 3.	Control de emisiones en el sector de energía eléctrica.
Medida 4.	Promoción de acciones de control de emisiones a la atmósfera provenientes del sector industrial federal.
Estrategia 2. Reducción de emisiones de fuentes de móviles	
Medida 5.	Impulso de una movilidad sustentable en las principales zonas urbanas del Estado.
Medida 6.	Mejoramiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio
Medida 7.	Regulación de las actividades de operación de las embarcaciones marinas en puerto.
Medida 8.	Implementación de un programa de reducción de emisiones generadas por vehículos en cruces fronterizos.
Estrategia 3. Reducción de emisiones de fuentes de área	
Medida 9.	Regulación de las actividades comerciales y de servicios.
Medida 10.	Desarrollo de un programa para el control de emisiones de partículas originadas por suelos desprovistos de algún tipo de recubrimiento.
Medida 11.	Sustitución de las quemas agrícolas por procedimientos sustentables.
Medida 12.	Formulación de un programa para controlar las emisiones al aire provenientes de la actividad ganadera.
Medida 13.	Desarrollo de un programa de reducción de emisiones de COV provenientes del almacenamiento y distribución de combustibles.
Estrategia 4. Protección a la salud	
Medida 14.	Elaboración del programa de contingencia atmosférica en el Estado.
Medida 15.	Generación de estudios para fortalecer el análisis epidemiológico relacionado con exposición a contaminantes en el aire.
Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental	
Medida 16.	Elaboración de una estrategia de comunicación de riesgos de la contaminación del aire.
Medida 17.	Incorporación de la educación ambiental como parte de la ruta de mejora en el sistema educativo del Estado.
Estrategia 6. Fortalecimiento institucional	
Medida 18.	Fortalecimiento de la red del sistema de monitoreo atmosférico en el Estado.
Medida 19.	Actualización del inventario de emisiones a la atmósfera.
Medida 20.	Seguimiento y evaluación al ProAire.

6.2 Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas.

Medida 1. Fortalecimiento de la regulación de la industria estatal.

Objetivo: Contar con una normatividad que fortalezca la regulación de la industria estatal y acorde a la problemas del deterioro de la calidad del aire en la entidad.

Justificación: La Secretaría Protección al Ambiente de Baja California (SPABC) a través de sus instrumentos de gestión, tales como la Licencia Funcionamiento (LF) y el Reporte de Emisiones a la Atmósfera (REA) regulan al sector industrial de su jurisdicción.

Las LF otorgadas a las fuentes fijas estatales contienen la información técnica general de la fuente, y ésta se refrenda de forma anual a través del REA, acompañado de un estudio de monitoreo en chimeneas de los equipos de combustión. El REA sólo contiene información general, enlistando los equipos de combustión, más no sus características técnicas.

De acuerdo a la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en su Artículo 8, fracción XXIII, establece que el estado a través de la Secretaría es quien regula la industria, mencionando en su Sección II. Control de emisiones proveniente de fuentes fijas, que los responsables de fuentes fijas, tendrán que tramitar ante la Secretaría su autorización para operar, y refrendarla de forma anual. Sin embargo, ni en la Ley, ni en su Reglamento, se hace mención al tipo de instrumento, ni los lineamientos e información que deberá seguir el industrial para reportar sus emisiones, sólo en la Ley se hace mención de los puntos con los que debe cumplir el industrial para mantener emisiones bajas o controladas.

Es importante actualizar el reglamento ambiental, e incluir un listado de las industrias de jurisdicción estatal, así como definir el tipo de instrumento de reporte de emisiones que deberá entregar el industrial de forma anual, el cual actualmente es el REA. Finalmente es importante crear la Procuraduría Estatal Ambiental, que permitirá tener una mejor regulación del sector industrial, la creación de esta procuraduría está contemplada en el marco jurídico.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC).

Participantes: Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SEMARNAT) y sector industrial.

Beneficios esperados:

- Mantener actualizado el padrón de establecimientos de fuentes fijas estatales.
- Mejorar la calidad de la información, al contar con un reporte de emisiones anual más completo, tal como una COA, lo cual permitirá mejorar el estimado de emisiones de contaminantes a la atmósfera de fuente fijas.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Instrumentos actualizados										

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Actualizar el reglamento ambiental estatal para la regulación de fuentes fijas. Incluir en el reglamento la Cédula de Operación Anual (COA) obligatoria, así como el listado de sectores de jurisdicción estatal. Responsable: SPABC.	Reglamento actualizado										
2. Actualizar el padrón de fuentes fijas. Mantener el padrón de fuentes fijas actualizado de acuerdo a las autorizaciones, COA y padrones de cámaras industriales. Responsable: SPABC.	Padrón actualizado										
3. Implementar la COA. Implementar el instrumento de COA para contar con el reporte de actividades anual de la industria de jurisdicción estatal. La industria estatal a través de estos instrumentos reporte sus actividades de forma anual. Responsable: SPABC.	Reporte COA actualizado										
4. Crear Procuraduría Ambiental Estatal. Responsable: SPABC.	Procuraduría integrada										
5. Desarrollar programa de autorregulación industrial. Programa que permita que el industrial se ordene en materia ambiental por su propia voluntad. Este programa describirá los lineamientos que el industrial deberá cumplir para pertenecer a dicho programa. Responsable: SPABC.	Programa de autorregulación desarrollado										
6. Implementar programa de autorregulación industrial. Integración del sector industrial al programa de autorregulación. Responsable: Sector industrial	Programa de autorregulación implementado										
7. Desarrollar programa de inspección y vigilancia. Programar de forma anual vistas a las industrias en función de criterios establecidos de priorización. Responsable: SPABC.	Desarrollo de Programa de inspección y vigilancia										

8. Implementar programa de inspección y vigilancia. Aplicar el programa. Responsable: SPABC.	Programa de inspección y vigilancia operando									
9. Capacitar a industriales. Sobre la importancia del cumplimiento de los instrumentos de gestión (licencias y reporte de emisiones y/o COA). Responsable: SPABC.	Capacitaciones Realizadas por año									

Programa de
inspección y
vigilancia operando

Capacitaciones
Realizadas por año

Costo estimado

Medida 2. Regulación de las actividades en los bancos de materiales.

Objetivo: Implementar técnicas amigables con el medio ambiente durante la explotación, manejo, almacenamiento y transporte de los bancos de materiales.

Justificación: La actividad de extracción de materiales pétreos, como la arena, grava, piedra y cantera son comunes en prácticamente todas las comunidades, debido a que son la base para la construcción de casas, edificios, vialidades, puentes, presas y todo lo concerniente a la infraestructura urbana. Sin embargo, las operaciones que se tienen que realizar para la extracción del material provocan que haya emisión de contaminantes a la atmosfera, ocasionando daños a la salud humana y de los ecosistemas.

La extracción de materiales se lleva a cabo a cielo abierto, lo que ha propiciado que las prácticas en su extracción generen emisiones a la atmósfera, siendo de gran importancia establecer acciones que ayuden a regular y disminuir las emisiones por esta actividad.

Debido a que no se cuenta con una Cédula de Operación Anual (COA) que recabe la información técnica suficiente para la estimación de sus emisiones, se desconoce el aporte de emisiones de material particulado por este sector, por lo que es recomendable iniciar la regulación a este sector a través de una COA, la aplicación de este instrumento permitirá contar con información técnica que permita aplicar acciones enfocadas a la implementación de mejores prácticas ambientales.

De acuerdo a la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en su artículo 42, se manifiesta en su fracción X que, para la actividad de exploración, explotación, extracción y aprovechamiento de materiales o sustancias no reservadas a la Federación, es la Secretaría (SPA) la encargada de otorgar la autorización para dicha actividad.

Es importante actualizar el reglamento ambiental, e incluir lineamientos para este sector que permitan a través de algún instrumento darle seguimiento en materia de atmósfera, tal como una Cédula de Operación Anual (COA), a través de la cual se realice el reporte de forma anual ante la secretaría de sus actividades del proceso contar con un mejor estimado de las emisiones que este sector está generando por su actividad y con ello poder aplicar mejores prácticas ambientales en dicho sector.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC)

Participantes: Sector de extracción de materiales e instituciones de investigación.

Beneficios esperados: Contar con un padrón confiable de los establecimientos de este sector y la estimación de sus emisiones, además de disminuir los contaminantes, por la regulación de dicho sector -principalmente de material particulado-, aunque también se regularán las emisiones generadas por el uso de maquinaria y equipo de combustión.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Número de empresas reguladas										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1. Actualizar padrón de bancos de materiales. El padrón incluirá datos técnicos, tales como: cantidad y tipo de material extraído, frecuencia, área del predio, entre otros. Responsable: SPABC.	Padrón actualizado										

2. Estimar emisiones de banco de materiales. Estimar emisiones principalmente de material particulado, e incluirlo en inventario de emisiones. Responsable: SPABC.	Categoría banco de materiales estimada en inventario de emisiones									
3. Realizar programa de inspección y vigilancia. Diseñar y aplicar la política de inspección y vigilancia a los establecimientos de banco de materiales Responsable: SPABC.	Programa de inspección y vigilancia realizado									
4. Promover la implementación de mejores prácticas para la extracción de materiales. Capacitar al personal de los bancos de materiales para el uso de mejores prácticas ambientales. Responsable: SPABC.	Capacitación recibida por productores									

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Actualizar padrón de bancos de materiales.	-
2. Estimar emisiones de banco de materiales.	-
3. Realizar programa de inspección y vigilancia.	\$2,000,000.00
4. Promover la implementación de mejores prácticas para la extracción de materiales.	\$1,000,000.00
Total	\$3,000,000.00

Medida 3. Control de emisiones en el sector de energía eléctrica.

Objetivo: Controlar emisiones a la atmósfera en el sector de generación de energía eléctrica.

Justificación: Las plantas de energía eléctrica han sustituido el uso de combustibles pesados por gas natural, lo cual ha permitido una disminución de sus emisiones, principalmente de bióxido de azufre y materia particulado, sin embargo, esto no ha sido suficiente, por lo que es necesario evaluar conjuntamente con los responsables de las plantas y definir un programa con estrategias que permitan la disminución de las emisiones.

Las empresas subsidiarias de CFE de Generación, Transmisión y Distribución participan en el presente ProAire, enfocándose al control de emisiones a la atmósfera. Mientras que CFE Generación se enfoca principalmente en mejorar los procesos de generación de energía eléctrica, CFE Transmisión y Distribución participan en disminuir y/o controlar emisiones indirectas, a través del mantenimiento a equipos fijos y móviles de combustión como lo son las plantas de emergencia.

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 de Generación de Energía Eléctrica, a través de su Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Responsable de la medida: Comisión Federal de Electricidad (CFE), y responsables de centrales de generación de energía eléctrica privadas ubicadas en Mexicali.

Participantes: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Beneficios esperados: Disminución en las emisiones de gases de combustión y material particulado, como resultado de la implementación de mejores prácticas ambientales.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Programa de reducción de emisiones implementado										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Adquirir equipos de monitoreo de calidad del aire. Equipo para monitorear la calidad del aire en el entorno de las C.T. Presidente Juárez y C.T.G. Tijuana. Responsable: CFE.	Equipos de monitoreo operando										
2. Realizar monitoreo perimetral de calidad del aire. Monitoreo de la calidad del aire en el perímetro cercano a las plantas de C.C.I Vizcaíno, C.T. Presidente Juárez, C.T.G. Tijuana y C. TG. CIPRES Responsable: CFE.	Monitoreo realizado										

9. Aplicar de manera coordinada con los productores de energía eléctrica un programa de reducción de emisiones. Aplicar el programa definido en la acción anterior. Responsable: Productores de energía eléctrica.	Programa operando	
---	-------------------	--

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Adquirir equipos de monitoreo de calidad del aire.	-
2. Realizar monitoreo perimetral de calidad del aire.	-
3. Realizar estudio de dispersión de contaminantes a la atmósfera.	-
4. Garantizar el régimen térmico en los equipos de combustión.	-
5. Realizar de forma continua mantenimiento en equipos fijos y móviles.	-
6. Puesta a punto de la combustión.	-
7. Control de emisiones indirectas.	-
8. Diseñar de manera coordinada con los productores de energía eléctrica un programa de reducción de emisiones.	-
9. Aplicar de manera coordinada con los productores de energía eléctrica un programa de reducción de emisiones.	-
Total	-

Nota: El costo de evaluar las condiciones actuales de las plantas, deberá ser absorbido por el sector de energía eléctrica. El costo de la aplicación del programa dependerá de los resultados del diseño del mismo.

Medida 4. Promoción de acciones de control de emisiones de contaminantes provenientes del sector industrial federal.

Objetivo: Promocionar en el sector industrial federal la transformación voluntaria de los procesos de las industrias para controlar y reducir sus emisiones contaminantes a la atmósfera.

Justificación: El Estado de Baja California se caracteriza por ser un estado con alta actividad industrial, destacando principalmente los sectores de la industria manufacturera, sin embargo, en el Estado están presentes sectores industriales federales, tales como: generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, industria química, industria del vidrio, entre otros).

De acuerdo al inventario de emisiones a la atmósfera (Ver anexo A), la industria de jurisdicción federal con respecto a la contribución de emisiones de todo el sector industrial, ésta aporta la mayor cantidad de emisiones de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente), destacando los sectores de generación de energía eléctrica y vidrio. También es la principal generadora de óxidos de nitrógeno (NOx), con los sectores de generación de energía eléctrica, cemento y cal y vidrio.

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 y NOx .

La Ley General del Equilibrio y la Protección Ambiente y su Reglamento, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), regula a los establecimientos industriales de jurisdicción federal, mediante las licencias ambientales (LAU/LF) y las Cédulas de Operación Anual (COA), mientras que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) 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.

Responsable de la medida: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Participantes: Sector industrial y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

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

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Programa operando										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Integrar grupo técnico. Conformar grupo que trabajará en identificar áreas de oportunidad en el control de emisiones a la atmósfera en industrias federales. Responsable: SEMARNAT.	Grupo conformado										

2. Promover autorregulación en el sector. Incentivar al sector industrial en participar en industria limpia a través de su autorregulación. Responsable: PROFEPA.	Número de industrias que aplican la autorregulación										
3. Capacitar al sector industrial en la importancia de la autorregulación. Aplicar un programa de capacitación en autorregulación que ayude a controlar y/o reducir emisiones a la atmósfera. Responsable: PROFEPA.	Capacitaciones realizadas										
4. Definir un programa para reducir emisiones en la producción de papel. Programa en conjunto con la cámara de la industria del papel, SEMARNAT y PROFEPA. Responsable: Industria del papel.	Programa elaborado										
5. Definir un programa para reducir emisiones en el sector de vidrio. Programa en conjunto con la cámara de la industria del papel y la SEMARNAT y PROFEPA. Responsable: Industria de vidrio.	Programa elaborado										

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Integrar grupo técnico.	-
2. Promover autorregulación en el sector.	-
3. Capacitar al sector industrial en la importancia de la autorregulación.	\$180,000.00
4. Definir un programa para reducir emisiones en la producción de papel.	\$250,000.00
5. Definir un programa para reducir emisiones en el sector de vidrio.	\$250,000.00
Total	\$680,000.00

6.3 Estrategia 2. Reducción de emisiones de fuentes móviles.

Medida 5. Impulso de una movilidad sustentable en las principales zonas urbanas del Estado.

Objetivo: Aplicar acciones del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) que mejoren la calidad del aire.

Justificación: La creciente urbanización de las grandes ciudades ha ocasionado importantes impactos en la calidad de vida de sus habitantes y el deterioro de los ecosistemas. La falta de planeación del desarrollo urbano ha provocado un desarrollo desordenado, por lo que han aumentado los tiempos de traslado y por consecuencia el consumo de combustible y energía.

Por otra parte, a nivel nacional y por ende en las grandes ciudades, el parque vehicular que presta el servicio de transporte de pasajeros y mercancías es obsoleto que no cuentan con los mejores sistemas de control de emisiones, por lo que además de ser ineficientes energéticamente, también son altos emisores de contaminantes a la atmósfera. Resultados del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera para el Estado de Baja California año base 2014 muestran que los vehículos de transporte público de pasajeros y mercancía son de las principales fuentes emisoras de óxidos de nitrógeno, partículas y monóxido de carbono.

Parte importante para el éxito de esta medida, es la implementación de acciones para crear infraestructura orientada a favorecer el aumento del número de viajes en transporte no motorizado, como es el uso de la bicicleta y caminar.

Esta medida de control propone la optimización de la infraestructura vial para mejorar la movilidad de las personas y las mercancías, a través del ordenamiento de la semaforización y señalización vial, así como la modificación de los horarios de tránsito de los vehículos de carga; estas acciones permitirán reducir la congestión vial y el tiempo de traslado. Adicionalmente, se sugiere incentivar la renovación del parque vehicular para disminuir la edad de los automotores en circulación, pues vehículos más recientes cuentan con mejores tecnologías de control de emisiones contaminantes. Ambas acciones permitirán reducir el consumo de combustible y en consecuencia la emisión de contaminantes atmosféricos.

Acorde a la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en su Artículo 8, fracción XXXIII, la Secretaría tiene la atribución de prevenir, regular y controlar la contaminación a la atmósfera proveniente de fuentes móviles que no sean de competencia Federal. En la misma Ley se establece como atribución a los municipios en el artículo 9, fracción XIX aplicar disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica proveniente de fuentes móviles de competencia municipal, con la participación que de acuerdo con la misma Ley, corresponda al Ejecutivo del Estado.

En el Artículo 112, de la misma Ley, fracción VIII, la Secretaría para prevenir, controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, se le otorga la facultad para establecer y operar centros de verificación, así como los lineamientos para la operación de los mismos. También en la misma Ley, se expresa la regulación de vehículos automotores y operación de los centros de verificación (Sección IV, de los centros de verificación).

Es importante actualizar el reglamento ambiental, e incluir en el mismo la regulación de vehículos automotores, así como ser más claros en las atribuciones con lo que respecta a este sector, ya que en la Ley confunde el alcance de jurisdicción estatal con la municipal.

Responsable de la medida: Institutos municipales de planeación de Tijuana, Mexicali y Ensenada.

Participantes: Secretaría de Infraestructura y Transporte (SEINT) y autoridades ambientales de los municipios de Tijuana y Mexicali.

Beneficios esperados: Reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos, reducción de los tiempos de traslado y el consumo de combustible, mejora de la movilidad de las personas y las mercancías.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
PIMUS desarrollado		Tijuana	Mexicali	Ensenada						
PIMUS implementado				Tijuana	Mexicali	Ensenada				

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Desarrollar el Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS). Programa desarrollado para Tijuana, Mexicali y Ensenada que incluya: • Sistema integral de transporte y que incluya al no motorizado • Programa de renovación del parque vehicular de pasajeros y carga • Semaforización y regulación del tránsito del transporte de carga Responsable: Institutos municipales de planeación de Tijuana, Mexicali y Ensenada.	Programa elaborado										
2. Establecer mecanismo de coordinación para la implementación del PIMUS. Mecanismos de coordinación para que los distintos actores participen en el PIMUS. Responsable: Institutos municipales de planeación de Tijuana, Mexicali y Ensenada.	Mecanismo de coordinación										
3. Implementar el PIMUS. Responsable: Institutos municipales de planeación de Tijuana, Mexicali y Ensenada	Acciones implementadas										
4. Promover y difundir conceptos de cultura vial y movilidad sustentable. Campaña dirigida a la población. Responsable: SEINT	Campaña de promoción										

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Desarrollar el programa integral de movilidad urbana sustentable (PIMUS).	\$45,000,000.00
2. Establecer mecanismo de coordinación para la implementación del PIMUS.	-
3. Implementar el PIMUS.	-
4. Promover y difundir conceptos de cultura vial y movilidad sustentable.	\$800,000.00
Total	\$45,800,000.00\$

Nota: El costo de desarrollar el programa integral de movilidad urbana sustentable incluye el estudio del diseño de los tres municipios. El costo de implementación será estimado una vez que se haya definido los pormenores de cada acción.

Medida 6. Mejoramiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.

Objetivo: Asegurar que los vehículos automotores que circulan en el Estado de Baja California acudan a verificar el cumplimiento con la normatividad ambiental relacionada con la emisión de gases de escape.

Justificación: Para regular la emisión de contaminantes al aire, que son originados por los vehículos automotores en circulación, a nivel nacional se cuenta con las normas oficiales mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015¹² y NOM-047-SEMARNAT-2014¹³, que establecen los límites máximos permisibles de emisión y el procedimiento de medición, respectivamente, para vehículos a gasolina; y la NOM-045-SEMARNAT-2006¹⁴ que define los límites máximos permisibles de emisión y el procedimiento de medición para vehículos a diésel. La observancia de estas normas es obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país, así como responsabilidad de las entidades federativas y municipios su implementación.

El 28 de diciembre de 2012, se publicó en el Diario Oficial del Estado de Baja California el Programa de verificación vehicular obligatoria con fecha de inicio el primero de enero de 2013, como parte de una estrategia de prevención y control de la contaminación atmosférica. A partir de esa fecha, los propietarios de los vehículos automotores que circulan en esa entidad tienen que verificar sus unidades; sin embargo, se debe trabajar en el mejoramiento del programa en cuanto al porcentaje de asistencia vehicular a verificar en los 18 centros localizados en los 5 municipios de Baja California.

Ante esta situación, y con el propósito de regular la emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores en circulación, esta medida plantea la necesidad de incentivar la asistencia de los vehículos automotores a realizar la prueba de emisiones, con la finalidad de alcanzar el mayor beneficio ambiental por este programa.

Acorde a la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en su Artículo 8, fracción XXXIII, la Secretaría tiene la atribución de prevenir, regular y controlar la contaminación a la atmósfera proveniente de fuentes móviles que no sean de competencia Federal. En la misma Ley se establece como atribución a los municipios en el artículo 9, fracción XIX aplicar disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica proveniente de fuentes móviles de competencia municipal, con la participación que de acuerdo con la misma Ley, corresponda al Ejecutivo del Estado.

Es importante actualizar el reglamento ambiental, e incluir en el mismo la regulación de vehículos automotores, así como ser más claros en las atribuciones con lo que respecta a este sector, ya que al día de hoy se confunde el alcance de jurisdicción estatal con la municipal. También es recomendable sustentar de forma integral el tema de movilidad con el ambiental, que el mismo quede reflejado con el reglamento ambiental estatal.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California y autoridades ambientales de Tijuana, Mexicali, Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito.

Participantes: Dirección de Transporte estatal, tránsito, autoridades de medio ambiente municipales.

Beneficios esperados: De acuerdo a la literatura, la reducción de emisiones al implementar un programa de verificación vehicular obligatorio con prueba dinámica para vehículos ligeros es de 20% para CO, 19% para los COV y 13% para NOx.

¹² NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de mayo de 2015.

¹³ NOM-047-SEMARNAT-2014, Que establece las características del equipo y el procedimientos de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 2014.

¹⁴ NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 2007.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de vehículos verificados	40%	40%	45%	50%	50%	55%	55%	60%	65%	65%

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Fortalecer la inspección del cumplimiento de vehículos que deben ser verificados. Mediante otras instancias como policías de tránsito, restricción de trámites vehiculares (adicionales a los que actualmente se realizan), no otorgar revalidación de placas a vehículos que no pasen verificación vehicular. Responsable: SPABC.	Convenio de coordinación										
2. Asegurar el cumplimiento de la verificación obligatoria a vehículos de gobierno y transporte público. Con esta acción se busca originar confianza en la población de la importancia de la verificación vehicular, comenzando por la flota vehicular oficial y transporte público. Responsable: SPABC.	Aumento en el porcentaje de vehículos de gobierno y públicos verificados										
3. Evaluar periódicamente el funcionamiento del programa de verificación vehicular. Establecer la periodicidad de la evaluación a los centros y garantizar el correcto funcionamiento de los mismos. Responsable: SPABC.	Informe de evaluación del programa										
4. Implementar métodos adicionales de monitoreo en calle para asegurar la amplia cobertura del programa. Responsable: SPABC.	Métodos adicionales implementados										

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Fortalecer la inspección del cumplimiento de vehículos que deben ser verificados.	\$550,000.00
2. Asegurar el cumplimiento de la verificación obligatoria a vehículos de gobierno y transporte público.	\$4,500,000.00
3. Evaluar periódicamente el funcionamiento del programa de verificación vehicular.	\$2,000,000.00
4. Implementar métodos adicionales de monitoreo en calle para asegurar la amplia cobertura del programa.	\$5,500,000.00
Total	\$12,550,000.00

Nota: El costo de la implementación de métodos adicionales de medición de emisiones vehiculares se definirá en el diseño de la estrategia de mejora.

Medida 7. Regulación de las actividades de operación de las embarcaciones marinas en puerto.

Objetivo: Establecer protocolos de actuación en temas de emisiones atmosféricas para las embarcaciones marinas que utilicen los puertos de Baja California.

Justificación: El transporte marítimo es, por tonelada transportada, el sistema más eficiente que existe; sin embargo, es importante que el sector implemente medidas que contribuyan a la reducción de emisiones de gases contaminantes. Ambientalmente, los motores diésel marinos son de interés por sus emisiones a la atmósfera de material particulado (PM), bióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NOx), además de bióxido de carbono como gas de efecto invernadero.

A nivel internacional, una de las acciones que se han tomado para reducir la emisión de contaminantes atmosféricos es a través de la regulación de la calidad del combustible, principalmente en su contenido de azufre. Por ello, la tendencia en propulsión de buques mercantes se dirige hacia el uso de gas natural por su eficiente y relativamente limpia emisión de contaminantes atmosféricos.

Las emisiones a la atmósfera provenientes de los buques marinos no sólo impactan en altamar, pero también en los puertos donde atracan para carga y descarga de pasajeros o mercancías, ya que al estar en puerto sus motores siguen en funcionamiento para proveer de energía al equipamiento del buque. Estas emisiones generadas a la atmósfera, al emitirse cerca de tierra, tiene un impacto directo sobre los centros de población y sus habitantes.

De acuerdo al Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), se establecen las reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasiona por los buques, y en donde se expresa los límites de las emisiones de las emisiones de óxidos de azufre y de óxidos de nitrógeno de los escapes de los buques.

En lo que respecta a la actividad marítima en el Estado de Baja California, la información disponible indica que se tiene cinco puertos marítimos: cuatro en la Costa del Pacífico y uno en el Mar de Cortez, siendo el más importante el localizado en Ensenada (Sauzal de Rodríguez), debido a su amplia actividad comercial con Estados Unidos de América, la Costa de Asia, Hong Kong, Japón, Corea del Sur y Singapur, entre otros. Respecto a sus emisiones al aire, los resultados del inventario de emisiones 2014 para Baja California muestran que ocupan el primer lugar en la emisión de bióxido de azufre (SO₂), con el 27%, además de emisiones importantes de óxidos de nitrógeno y partículas con respecto al total estatal.

En la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se hace mención en su artículo 51, que para proteger y preservar los ecosistemas marinos y regular el aprovechamiento sustentable de la flora y fauna acuática, en zonas marítimas mexicanas, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales será quien otorgue autorizaciones para el tránsito de las embarcaciones en estas zonas. Sin embargo, quien regula las embarcaciones marítimas, llevando un registro de la cantidad y operación de las mismas es la Secretaría de Marina a través de las capitanías de Puerto, esto conforme a la Ley de la Navegación y Comercio Marítimos, y su mismo reglamento.

Responsable de la medida: Capitanías de puerto.

Participantes: Secretaría de Marina, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Beneficios esperados: Reducción de la emisión de contaminantes atmosféricos en los puertos de Baja California y por consecuencia mejora en la calida del aire regional.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Implementación de un programa de regulación de embarcaciones marinas										

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Crear un padrón de embarcaciones. Padrón con la cantidad y tipo de buques y barcos que utilizan los puertos de Baja California, así como características de las embarcaciones. Responsable: Capitanías de puerto.	Padrón integrado										
2. Diseñar un plan que incluya propuestas de control de emisiones. Plan que incluya control de emisiones mientras el barco esté anclado en puerto. Por ejemplo, utilizar energía eléctrica del puerto, sistemas de control de emisiones, combustibles alternos como el gas natural. Responsable: Capitanías de puerto.	Plan con medidas diseñado										
3. Implementar el plan de control de emisiones. Implementar el plan de la acción anterior. Responsable: Capitanías de puerto.	Plan implementado										
4. Coordinar actividades de inspección y vigilancia. Coordinar actividades con los involucrados en la regulación de este sector, como las Secretarías de Marina y SEMARNAT. Responsable: Capitanías de puerto.	Cantidad de inspecciones realizadas										

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Crear un padrón de embarcaciones.	\$1,000,000.00
2. Diseñar un plan que incluya propuestas de control de emisiones.	\$3,000,000.00
3. Implementar el plan de control de emisiones.	-
4. Coordinar actividades de inspección y vigilancia.	-
Total	\$4,000,000.00

Nota: El costo de la implementación del plan dependerá de las acciones establecidas.

Medida 8. Implementación de un programa de reducción de emisiones generadas por vehículos en cruces fronterizos.

Objetivo: Mejorar el tiempo de espera en los cruces fronterizos.

Justificación: La frontera México-Estados Unidos de América es considerada la más dinámica y compleja del mundo. La garita Baja California, México-California, EUA tiene un flujo anual de 80 millones de pasajeros y 30 millones de vehículos (SEDECO, 2017). Baja California tiene seis puertos de cruce fronterizo terrestre, localizados en Tijuana, Tecate y Mexicali.

Los resultados del inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera para Baja California muestran que los vehículos automotores son las principales fuentes de emisión de óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV) y monóxido de carbono (CO). Una de las principales condiciones de emisión de los vehículos automotores es cuando se detienen totalmente para después avanzar; esta característica se presenta en las garitas que controlan el paso de automotores entre países, como es el caso de la frontera Baja California, México – California, EUA.

Durante el tiempo de espera de los automotores para realizar el trámite de revisión que les permite el cruce de la línea fronteriza, éstos permanecen con el motor encendido, ya que avanzan lentamente. Esta acción conlleva un mayor consumo de combustible y por lo tanto la emisión de más contaminantes atmosféricos.

En años recientes se han realizado acciones para reducir el tiempo de espera, como es el caso de la ampliación de las garitas, la reducción de trámites administrativos, registro de vehículos que acceden a carriles preferenciales, entre otras. Sin embargo, dado el aumento constante de la flota vehicular y de los cruces fronterizos, es necesario evaluar nuevas alternativas para un cruce vehicular fronterizo más eficiente.

En la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en su Artículo 8, fracción XXXIII, la Secretaría tiene la atribución de prevenir, regular y controlar la contaminación a la atmósfera proveniente de fuentes móviles que no sean de competencia Federal. En la misma Ley se establece como atribución a los municipios en el artículo 9, fracción XIX aplicar disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica proveniente de fuentes móviles de competencia municipal, con la participación que, de acuerdo con la misma Ley, corresponda al Ejecutivo del Estado.

Es importante actualizar el reglamento ambiental, e incluir en el mismo la regulación de vehículos automotores, así como ser más claros en las atribuciones con lo que respecta a este sector, ya que en la Ley confunde el alcance de jurisdicción estatal con la municipal.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC).

Participantes: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Beneficios esperados: Reducción de la emisión de contaminantes atmosféricos en los puertos de Baja California y por consecuencia mejora en la calidad del aire regional.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Implementación del programa de reducción de emisiones generadas por los vehículos en los cruces fronterizos										

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Crear grupo inter-institucional para control de emisiones en cruces fronterizos por vehículos automotores. Grupo inter-institucional que elabore un programa de reducción de emisiones en vehículos en los cruces fronterizos. Responsable: SPABC.	Grupo inter-institucional creado										
2. Establecer escenario base de las emisiones generadas por vehículos en cruces fronterizos. Determinar las emisiones por los vehículos en espera y su impacto a la salud de la población cercana a los cruces fronterizos. Responsable: SPABC.	Escenario base evaluado										
3. Crear escenarios de reducción de emisiones. Escenario para evaluar las potenciales enfermedades de la población cercana a los cruces fronterizos. Responsable: SPABC.	Escenarios de control evaluados										
4. Elaborar propuesta de acciones para reducir el tiempo de espera de los vehículos en el cruce fronterizo. Ya que se cuente con el escenario recomendado de reducción de emisiones, proponer las acciones para reducir el tiempo de espera de los vehículos en los cruces. Responsable: SPABC.	Propuesta elaborada										
5. Implementar las acciones de reducción del tiempo de espera y emisiones. Evaluar la efectividad en reducción de emisiones. Responsable: SPABC.	Informe de evaluación de la efectividad en la reducción de emisiones										

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Crear grupo inter-institucional para control de emisiones en cruces fronterizos por vehículos automotores.	-
2. Establecer escenario base de las emisiones generadas por vehículos en cruces fronterizos (1).	\$1,500,000.00
3. Crear escenarios de reducción de emisiones (1).	\$3,000,000.00
4. Elaborar propuesta de acciones para reducir el tiempo de espera de los vehículos en el cruce fronterizo (1).	\$2,000,000.00
5. Implementar las acciones de reducción del tiempo de espera y emisiones (2).	-
Total	\$6,500,000.00

Nota: (1) Incluye establecer los escenarios base para las garitas de Tijuana, Mexicali y Tecate; (2) el monto de las acciones dependerá de las acciones que sean seleccionadas.

6.4 Estrategia 3. Reducción de emisiones de fuentes de área.

Medida 9. Regulación de las actividades comerciales y de servicios.

Objetivo: Fortalecer y hacer cumplir la normatividad ambiental aplicable a comercios y servicios.

Justificación: Las fuentes de área se definen como aquellos establecimientos que son pequeños y numerosos, y sus emisiones en forma individual no son importantes, pero en conjunto contribuyen de manera sustancial a la emisión de contaminantes atmosféricos. En esta fuente se encuentran categorías como los restaurantes, los hoteles, los talleres mecánicos, las tintorerías, las tortillerías, el almacenamiento distribución de gasolina, diésel, gas L.P., gas natural, la fabricación artesanal de ladrillo y en general lo referente a comercios y servicios.

La diversidad y cantidad de este tipo de categorías de emisión dificulta tener un registro de cada una de ellas, así como sus características específicas en cuanto al tipo y cantidad de combustible o materias primas utilizadas, horas de operación, número de empleados y por su puesto su contribución a la emisión de contaminantes atmosféricos. Esta falta de precisión en la información se ve reflejada en la toma de decisiones para su regulación, ya que no existe certidumbre en su impacto en la emisión de contaminantes.

En el inventario de emisiones de Baja California, los comercios y servicios contribuyen principalmente con la liberación de compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO) y partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}) por el uso de productos con solventes y la quema de biomasa como la leña y el carbón para la cocción de alimentos y calentamiento de agua utilizados en las actividades propias de este sector.

Ante esta necesidad de información, esta medida de regulación de comercios y servicios propone recopilar datos técnicos de este tipo de establecimientos, no sólo en cuanto a un padrón, también en relación a contar con la cantidad y tipo de combustible utilizado, horas de operación por día de la semana, insumos y productos.

La competencia de los municipios en cuanto a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se refiere, la legislación local delega la competencia de fuentes fijas en el artículo 9 fracción XIX de la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (PAPEBC) donde establece que las fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios son competencia de los Municipios.

En los reglamentos ambientales municipales hacen mención de la competencia en materia ambiental para emitir las licencias de funcionamiento a los comercios y servicios, pero no se describen los lineamientos a seguir para otorgar dichas autorizaciones.

Responsable de la medida: Autoridades ambientales municipales de Ensenada, Mexicali, Playas de Rosarito, Tecate y Tijuana.

Participantes: Comercios y servicios.

Beneficios esperados: Información de las actividades de comercios y servicios para estimar con mayor precisión su contribución de emisión de contaminantes a la atmósfera, con la finalidad de identificar qué establecimientos son lo que generan mayores cantidades de contaminantes y a través de su regulación controlar y/o reducir sus emisiones de contaminantes.

Meta e indicador de la medida										
Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Comercios y servicios regulados en materia de atmósfera	20%	20%	25%	30%	35%	40%	50%	60%	65%	70%

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Actualizar el reglamento ambiental municipal para regulación de comercios y servicios. Definir dentro de los reglamentos municipales los lineamientos para el reporte de datos técnicos de los comercios y servicios para la estimación de sus emisiones a la atmósfera. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Reglamento actualizado										
2. Conformar y/o actualizar el padrón de comercios y servicios. Aquellos municipios que cuenten con el padrón, sólo tendrán que actualizarlo de forma anual, y los que no cuenten con él, habrá que generarlo a través de las autorizaciones y censos. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Padrón conformado										
3. Diseñar e implementar un reporte de emisiones a la atmósfera de comercios y servicios. Crear una herramienta sencilla para que los comercios y servicios de acuerdo a su sector (definido por SCIA), reporte datos técnicos que permitan estimar sus emisiones a la atmósfera. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Reporte diseñado e implementado en los municipios										
4. Diseñar un sistema de información de comercios y servicios. Sistema que contendrá el inventario de emisiones de estos establecimientos así como los padrones de comercios y servicios. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Sistema de información con inventario de emisiones diseñado										
5. Crear programa de inspección y vigilancia a comercios y servicios. Realizar la programación de comercios y servicios a visitar, en función de su cumplimiento con la entrega de los instrumentos de gestión. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Programa creado										

6. Capacitar a los responsables en comercios y servicios, sobre los lineamientos que deben cumplir en materia de atmósfera. Capacitación sobre las autorizaciones y/o licencias de funcionamiento y el reporte de emisiones de contaminantes a la atmósfera. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Capacitación realizada									
---	------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Actualizar el reglamento ambiental municipal para regulación de comercios y servicios.	-
2. Conformar y/o actualizar el padrón de comercios y servicios.	\$500,000.00
3. Diseñar e implementar un reporte de emisiones a la atmósfera de comercios y servicios.	\$100,000.00
4. Diseñar un sistema de información de comercios y servicios.	\$200,000.00
5. Crear programa de inspección y vigilancia a comercios y servicios.	\$160,000.00
6. Capacitar a los responsables comercios y servicios, sobre los lineamientos que deben cumplir en materia de atmósfera.	\$160,000.00
Total	\$1,120,000.00

Nota: Costo estimado por municipio.

Medida 10. Desarrollo de programa para el control de emisiones de partículas originadas por suelos desprovistos de algún tipo de recubrimiento.

Objetivo: Disminuir las emisiones de material particulado que es generado en suelos descubiertos, y/o por el paso de vehículos en caminos pavimentados y no pavimentados.

Justificación: Baja California posee una gran riqueza de sitios naturales, entre los que sobresalen las zonas desérticas y semidesérticas. Esta característica ocasiona que exista un transporte del material, por la acción del viento, de las zonas desprovistas de algún tipo de cubierta hacia otras superficies, como es el caso de las vialidades pavimentadas. Por otra parte, debido a la existencia de vías que no están pavimentadas, el paso de los vehículos provoca el levantamiento de polvo, parte del cual es depositado en zonas urbanas.

Los resultados del sistema de monitoreo atmosférico de Baja California revelan que, en el año 2014 en Mexicali, Playas de Rosarito, Tecate y Tijuana, se incumplió la norma para partículas menores a 2.5 micras (ver capítulo 2). Asimismo, el inventario de emisiones para fuentes antropogénicas muestra que los caminos no pavimentados son la principal fuente emisora de partículas PM_{10} con el 45% del total, así como de $PM_{2.5}$ con el 15%. Si se consideraran las emisiones naturales además de las antropogénicas, la erosión eólica contribuiría con el 80% de las PM_{10} (Ver capítulo 3).

A partir de los resultados del levantamiento de predios, así como las vías no pavimentadas por municipio, el cual deberá incluir el tipo de suelo y la superficie, se propondrá algún tipo de recubrimiento natural, incluyendo sus costos y el escenario de reducción de emisiones debido al recubrir a colocar.

En los reglamentos de protección al ambiente de los municipios, sólo en el caso de los municipios de Tijuana y Tecate hacen mención de los suelos erosionados, es importante que en el resto de los municipios se realice la actualización de sus reglamentos para regular este tipo de predios.

Responsable de la medida: Autoridades ambientales de Ensenada, Mexicali, Playas de Rosarito, Tecate y Tijuana.

Participantes:

Autoridades de desarrollo urbano de los municipios, institutos de planeación municipales, Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (SPABC).

Beneficios esperados: Reducción en la resuspensión de partículas en suelos erosionados o sin algún tipo de cubierta, lo que contribuirá a disminuir la concentración de material particulado en el aire.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Hectáreas con algún tipo de recubrimiento por municipio.			10%	10%	15%	20%	25%	25%	30%	30%

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Vigilar el cumplimiento de las condicionantes en los permisos de desarrollos habitacionales y comerciales. Las autoridades ambientales municipales deberán vigilar los desarrollos, para que cumplan con lo establecido en su autorización de construcción, ejemplo: espacios de área verdes, manejo de materiales de construcción que generan partículas, otros. Responsable: Autoridades ambientales de los municipios.	Reporte de revisión del cumplimiento de permisos										
2. Capacitar en el uso de técnicas y prácticas en la construcción que apoyen a disminuir emisiones de material particulado. Promover el uso de técnicas y prácticas ambientales a través de la capacitación a constructores. Responsable: Autoridades ambientales de los municipios.	Capacitación realizada										
3. Difundir la importancia del impacto de las partículas generadas por el manejo de residuos de la construcción y/o demolición. Campaña de difusión sobre el impacto negativo en la salud resultado de la exposición de la población a concentraciones altas de material particulado. Responsable: SPABC.	Campaña implementada										
4. Desarrollar programa de recolección de residuos de la construcción para el control de emisiones de partículas. El programa deberá ser sustentado en los reglamentos ambientales municipales, contemplando la regulación del manejo, recolección y transporte del residuo de construcción y/o demolición. Responsable: Autoridades ambientales de los municipios.	Programa desarrollado										

5. Integrar un inventario de áreas erosionadas (m²) y caminos no pavimentados dentro de las zonas urbanas de los municipios del estado de Baja California. El inventario será georreferenciado, considerando los m² de cada predio y/o área y deberá contener las características del tipo de suelo, así como el estimado de partículas al aire. Responsable: Institutos Municipales de Planeación.	Inventario integrado									
6. Evaluar técnicas de recubrimientos de superficies, para reducir predios no cubiertos y caminos no pavimentados. En base a las características del inventario de áreas erosionadas (cantidad de partículas generadas, composición de suelo), y de caminos no pavimentados, proponer técnicas de recubrimiento sustentables. Autoridades ambientales de los municipios. Responsable: Institutos Municipales de Planeación.	Evaluación realizada									
7. Aplicar técnicas de recubrimientos de superficies, para reducir predios no cubiertos y caminos no pavimentados. Aplicar algún tipo de recubrimiento en las áreas urbanas y conurbadas de los municipios, de acuerdo a los resultados del estudio de la acción 6. Responsable: Autoridades de desarrollo urbano de los municipios.	Recubrimiento aplicado									

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Vigilar el cumplimiento de las condicionantes en los permisos de desarrollos habitacionales y comerciales.	-
2. Capacitar en el uso de técnicas y prácticas en la construcción que apoyen a disminuir emisiones de material particulado.	\$160,000
3. Difundir la importancia del impacto de las partículas generadas por el manejo de residuos de la construcción y/o demolición.	\$200,000.00
4. Desarrollar programa de recolección de residuos de la construcción para el control de emisiones de partículas.	\$500,000.00
5. Integrar un inventario de áreas erosionadas (m ²) y caminos no pavimentados dentro de las zonas urbanas de los municipios del estado de Baja California.	\$500,000.00
6. Evaluar técnicas de recubrimientos de superficies, para reducir predios no cubiertos y caminos no pavimentados.	\$450,000.00
7. Aplicar técnicas de recubrimientos de superficies, para reducir predios no cubierto y caminos no pavimentados.	-
Total	\$1,810,000.00

Nota: Costo estimado por municipio.

Medida 11. Sustitución de las quemas agrícolas por procedimientos sustentables.

Objetivo: Promover el uso de técnicas sustentables y amigables con el medio ambiente que sustituyan las quemas agrícolas.

Justificación: México cuenta con una superficie territorial de 198 millones de hectáreas, de las cuales el 11% es de cultivo (SAGARPA, 2013). Durante la actividad de cosecha agrícola, después de levantar la semilla o fruto, queda biomasa o rastrojo que por práctica común es quemada para dejar la superficie libre para preparar la siguiente siembra. Esta práctica genera material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) estimado en este inventario (Ver Anexo B).

El proceso de quema de biomasa ocasiona, por una parte, que se generen contaminantes a la atmósfera, como es el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV) y material particulado; adicionalmente, esta práctica también favorece la erosión del suelo.

Un método sustentable para la utilización de la biomasa, sin tener que quemarla, es la labranza de conservación, que consiste en un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Este sistema mantiene por lo menos un 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos (rastrojo) después de la siembra. Los residuos pueden provenir de cultivos forrajeros, de cobertura de invierno, o de un grano pequeño (SAGARPA, 2013).

Esta técnica permite la conservación y la capacidad productiva del suelo, aumenta el rendimiento, reduce los costos de producción y la emisión de contaminantes a la atmósfera.

De acuerdo a los reglamentos de protección al ambiente de los municipios de Mexicali y Playas de Rosarito, en estos se establece que está permitida la combustión de campos agrícolas en el territorio municipal, siempre que se realice bajo los lineamientos que para tal efecto expida la Secretaría, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural o en su caso la Oficina Municipal de Ecología, y previo aviso a la Delegación Municipal en la que se encuentre el campo.

En el artículo 9, fracción XIX de la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California (PAPEBC), se atribuye la regulación de quemas dentro de la zona urbana, quemas agropecuarias a los Municipios. En los reglamentos de Tecate, Tijuana y Ensenada, solo hacen mención de la prohibición de la quema a cielo abierto de cualquier tipo de material vegetal o residuo, sin ser específicos en residuos agrícolas.

Responsable de la medida: Autoridades ambientales municipales de Ensenada, Mexicali y Tecate.

Participantes: Secretarías de Fomento Agropecuario y Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California.

Beneficios esperados: Reducción de la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y conservación del suelo.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de reducción de residuo quemado		20%	30%	30%	50%	50%	60%	60%	70%	80%

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Realizar diagnóstico de la situación del tipo de suelo y área de quema agrícola. El diagnóstico permitirá establecer a partir de la cantidad que actualmente se quema de residuo agrícola, de los parámetros meteorológicos y las emisiones de contaminantes que se generan, la cantidad de residuo que se tendrá que dejar de quemar. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Diagnóstico realizado										
2. Desarrollar e implementar un programa de quemas reguladas. Establecer parámetros de autorización de quemas de manera ordenada e incentivar la disminución del volumen de éstas. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Programa operando										
3. Buscar alternativas para la eliminación de desechos agrícolas y evitar su quema a través de su revalorización. Buscar mejores prácticas ambientales, promover la opción de empaques, de uso como materia prima para composta, entre otros. Responsable: Autoridad ambiental municipal.	Alternativas definidas										
4. Capacitar en mejores prácticas agrícolas. Capacitar al agricultor en mejores prácticas para evitar la quema de residuo agrícola. Responsable: Secretarías de Fomento Agropecuario.	Capacitación realizada										

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Realizar diagnóstico de la situación del tipo de suelo y área de quema agrícola.	\$1,000,000.00
2. Desarrollar e implementar un programa de quemas reguladas.	\$2,000,000.00
3. Buscar alternativas para el manejo de desechos agrícolas y evitar su quema a través de su revalorización.	\$1,000,000.00
4. Capacitar en mejores prácticas agrícolas.	\$600,000.00
Total	\$4,600,000.00

Medida 12. Formulación de un programa para controlar las emisiones al aire provenientes de la actividad ganadera.

Objetivo: Implementar acciones sustentables en las actividades de crianza de ganado.

Justificación: La actividad ganadera tiene un impacto importante en el medio ambiente. Los principales contaminantes de interés producto de esta actividad son las emisiones de amoníaco (NH₃), generadas por el estiércol y la orina de los animales (Gay, 2009). Las principales emisiones de amoníaco provienen de las granjas de animales y la aplicación del estiércol con fines agrícolas.

El amoníaco ha llegado a ser un contaminante de interés por las siguientes dos razones: su participación en la formación de partículas finas y la deposición no controlada de nitrógeno, ambas con consecuencias negativas hacia el medio ambiente. Cuando el amoníaco es liberado, éste es absorbido rápidamente por la superficie del suelo. El amoníaco restante reacciona con compuestos como los ácidos nítrico o sulfúrico para formar partículas secundarias menores a 2.5 micrómetros. Las partículas PM_{2.5} tienen impactos en la función respiratoria de los seres humanos (Bittman & Mikkelsen, 2009).

Resultados del inventario de emisiones a la atmósfera, año base 2014, para el estado de Baja California, indican que Mexicali contribuye con el 49% de la emisión total de amoníaco, siendo las actividades ganaderas una de las principales categorías de emisión (Ver capítulo 3).

La emisión de amoníaco por la actividad ganadera no está regulada; sin embargo, existen prácticas que permiten el control de la emisión de este contaminante. Por ejemplo, ya que las principales emisiones de amoníaco se dan durante la recolección, almacenamiento y aplicación del estiércol, se han propuesto las siguientes estrategias de manejo (Gay & Knowlton, 2009): 1) pre-excreción: consistente en la manipulación de la dieta del animal para modificar la acidez; y, 2) post-excreción: tratamiento o manejo del estiércol al agregar inhibidores de la generación de urea; separar la heces de la orina para prevenir la hidrólisis de la urea; o, transportar el estiércol fuera de la granja y almacenarlo en algún lugar cerrado para evitar su volatilización.

Responsable de la medida: Secretarías de Fomento Agropecuario

Participantes: Autoridad ambiental municipal, ganaderos y la Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (SPABC).

Beneficios esperados: Reducción de la emisión de amoníaco y en consecuencia de partículas PM_{2.5}.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Programa implementado										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Generar inventario de ganaderías en el municipio. Mapeo de ganaderías, considerando la capacidad de las mismas (número de cabezas de ganado). Responsable: Secretarías de Fomento Agropecuario.	Inventario realizado										

2. Evaluar técnicas sustentables de manejo de residuos de origen animal. Realizar un estudio que evalúe las bondades de las diferentes técnicas de tratamiento de los residuos de origen animal y elabore una cartera de propuestas para seleccionar la más conveniente a aplicar en Mexicali. Responsable: Secretarías de Fomento Agropecuario.	Documento con la evaluación de técnicas									
3. Promover el uso de mejores prácticas de manejo sustentable de residuos de origen animal. Dar a conocer, a través de demostraciones a los productores, las ventajas del uso de nuevas técnicas de manejo sustentable de residuos de origen animal. Responsable: Secretarías de Fomento Agropecuario.	Campañas de promoción									
4. Capacitar a los productores en el uso de las nuevas prácticas de manejo sustentable de residuos de origen animal. Realizar cursos de capacitación a productores para que apliquen las nuevas técnicas sustentables de producción. Responsable: Secretarías de Fomento Agropecuario.	Talleres de capacitación realizados									

3. Promover el uso de mejores prácticas de manejo sustentable de residuos de origen animal.
Dar a conocer, a través de demostraciones a los productores, las ventajas del uso de nuevas técnicas de manejo sustentable de residuos de origen animal.
Responsable: Secretarías de Fomento Agropecuario.

4. Capacitar a los productores en el uso de las nuevas prácticas de manejo sustentable de residuos de origen animal.
Realizar cursos de capacitación a productores para que apliquen las nuevas técnicas sustentables de producción.

Responsable: Secretarías de Fomento Agropecuario.

[illegible]

Costo estimado

Medida 13. Desarrollo de un programa de reducción de emisiones de COV provenientes del almacenamiento y distribución de combustibles.

Objetivo: Contar con un programa de reducción de emisiones evaporativas provenientes del almacenamiento y distribución de gasolinas y gas LP.

Justificación: El transporte y mercado de los productos del petróleo, como es el caso de la gasolina y el gas LP, envuelven las operaciones de descarga, transporte, almacenamiento y venta, cada una de las cuales representa una fuente potencial de pérdida por evaporación. El destino final de la gasolina, por ejemplo, es usualmente el tanque de un vehículo automotor o del gas LP un tanque de almacenamiento en una casa habitación.

Una de las partes más importantes en las emisiones evaporativas se presenta durante la recarga de combustible en vehículos automotores por el desplazamiento de los vapores del tanque de gasolina y por los derrames. La cantidad de vapores desplazados depende de la temperatura de la gasolina, la temperatura del tanque, la presión de vapor, entre otros parámetros (USEPA, 2015).

Por otra parte, se encuentran las fugas por la recarga, el transporte y el uso del gas LP, el cual es utilizado en un alto porcentaje de los hogares para la cocción de alimentos y calentamiento de agua. Se ha documentado que las principales fugas en los hogares se presentan en las válvulas de los propios tanques, las conexiones del tanque a las estufas o calentadores, así como las fugas durante el encendido de los pilotos de estos equipos.

Resultados del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera para Baja California, año base 2014 (Ver capítulo 3), indican que el manejo y distribución de combustibles fósiles, como la gasolina y el gas L.P., participan con la emisión del 18% de los compuestos orgánicos volátiles (COV). Ante esta situación, esta medida propone la implementación de sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio ubicadas en las principales zonas urbanas de Baja California, así como diseñar e implementar un programa de revisión y reparación de tanques de almacenamiento e instalaciones domésticas que utilizan gas LP, con la finalidad de reducir la emisión de este combustible por evaporación.

Del Reglamento de la Ley de Hidrocarburos¹⁵, en su artículo 5, corresponde a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) regular y supervisar, así como otorgar, modificar y revocar los permisos para el transporte y almacenamiento de combustibles de hidrocarburos y petrolíferos. En el mismo reglamento hace mención en el artículo sexto de los transitorios, que la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) será quien verifique la operación del sector de hidrocarburos.

Por otra parte, la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, en su artículo 5º. Establece que la Agencia (ASEA), es quien expide, suspende, revoca o niega las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental del sector de hidrocarburos, así como regula y supervisa la producción, transporte, almacenamiento y distribución de combustibles.

A pesar de que en la misma Ley de la ASEA hay apartado de colaboración entre Secretaría de Energía, CRE y ASEA, es confuso las atribuciones de CRE con respecto a las de ASEA.

Responsable de la medida: Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Participantes: Autoridades ambientales municipales de Ensenada, Mexicali y Tijuana, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California y Asociación de Gasolineros ONEXPO Nacional A.C.

Beneficios esperados: Reducción de la emisión de compuestos orgánicos volátiles provenientes del manejo y uso de la gasolina y gas L.P.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Programa de reducción de emisiones evaporativas operando										

¹⁵Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos, DOF 31/10/2014

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1. Desarrollar programa de reducción de emisiones de COV durante el almacenamiento, distribución y uso de gas LP y gasolinas. Programa que incluirá un diagnóstico de quienes adoptarán sistemas de recuperación de vapores (estaciones de servicio), y reparación de instalaciones domésticas de gas LP; así como el mecanismo para integrar los mismos, y la planeación para evaluar el impacto de la aplicación de dicho programa. Responsable: ASEA.	Desarrollo del programa										
2. Determinar la cantidad de estaciones de servicio y los hogares que serán integrados al programa de control de emisiones evaporativas. Este será parte de la planeación del programa de la acción anterior, siendo un diagnóstico que incluirá las implicaciones económicas por la implementación del programa, así como la toma de una muestra de hogares para estudiar las condiciones de sus instalaciones de gas y las modificaciones que se requerirán realizar. Responsable: SPABC.	Diagnóstico realizado										
3. Implementar programa de reducción de emisiones de COV durante el almacenamiento, distribución y uso de gas LP y gasolinas. Como resultado del diseño del programa de la acción 1, en el cual se habrá determinado el universo de establecimientos a intervenir, se iniciará con la instalación de los sistemas de recuperación de vapores, así como con la reparación de las instalaciones domésticas de gas L.P. Responsable: ASEA.	Programa implementado										

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Desarrollar programa de reducción de emisiones de COV durante el almacenamiento, distribución y uso de gas LP y gasolinas.	\$3,000,000.00
2. Determinar la cantidad de estaciones de servicio y los hogares que serán integrados al programa de control de emisiones evaporativas.	\$2,000,000.00
3. Implementar programa de reducción de emisiones de COV durante el almacenamiento, distribución y uso de gas LP y gasolinas.	-
Total	\$5,000,000.00

Nota: El costo que implica la implementación del programa, será estimado como parte del desarrollo y planeación de dicho programa (acción 1).

6.5 Estrategia 4. Protección a la salud

Medida 14. Elaboración del programa de contingencia atmosférica en el Estado.

Objetivo: Establecer medidas de protección para disminuir riesgos a la salud de la población por la contaminación del aire.

Justificación: De acuerdo al Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Baja California, en los 5 municipios del Estado (Tijuana, Mexicali, Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito) se presentan días arriba de la norma en la concentración de las partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), y por lo menos un día arriba de la norma en ozono (O_3). También se presentan días arriba de la norma para partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) para las ciudades de Mexicali y Tijuana. Estos contaminantes (material particulado y ozono) pueden ocasionar efectos adversos en la salud de la población, que van desde irritación de ojos, cefaleas, dolor de garganta, hasta incrementos en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón.

Lo anterior nos confirma hay un deterioro en la calidad del aire, por lo cual es importante no sólo tomar acciones para reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire, sino realizar un programa que informe a la población y de indicaciones, a las fuentes generadoras de emisiones, así como a las personas que están expuestos a estas concentraciones, de qué se requiere realizar para minimizar el impacto a la salud.

De la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California, artículo 8, fracción XV, le compete a la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC), proponer, conducir y evaluar la política ambiental en el estado, el desarrollar programa de contingencias ambientales. De este mismo artículo el participar conforme a las políticas y programas de protección civil, en las contingencias ambientales y emergencias ecológicas, cuando se afecten zonas de dos o más municipios de la entidad, o bien cuando por su magnitud o repercusiones así se requiera. En la misma Ley se establece que los municipios, deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica, en coordinación con la SPABC.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC).

Participantes: Secretaría de Salud del Estado de Baja California, Protección civil, sector industrial, autoridades ambientales municipales, sector transporte, sector educativo y de investigación, población en general

Beneficios esperados: Con la ejecución del programa, se busca reducir la exposición de la población mediante la alerta ambiental y disminuir la realización de actividades que pongan en peligro la salud de los habitantes.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2076
Programa de contingencias atmosféricas operando										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Elaborar el programa de contingencia atmosférica. Elaboración e integración del programa de forma coordinada entre los tres niveles de gobierno. Responsable: SPABC.	Programa generado										

[illegible]

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Elaborar el programa de contingencia atmosférica.	\$600,000.00
2. Crear un comité de trabajo y activación del programa de contingencia atmosférica.	-
3. Fortalecer información de calidad el aire y salud.	\$2,600,000.00
4. Fortalecer la red de monitoreo.	\$12,000,000.00
5. Publicación y accesibilidad de datos.	\$400,000.00
6. Campaña de información del programa de contingencia atmosférica.	\$360,000.00
Total	\$15,960,000.00

Medida 15. Generación de estudios para fortalecer el análisis epidemiológico relacionado con exposición a contaminantes en el aire.

Objetivo: Contar con evidencia científica que de soporte a la relación de las enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire.

Justificación: En el estado de Baja California se presenta problemas de calidad del aire por partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono. En términos del impacto en la salud, la presencia conjunta de partículas suspendidas y de ozono potencia el riesgo en la población de presentar efectos agudos y crónicos, que van desde irritación de ojos, cefaleas, dolor de garganta, hasta incrementos en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón (Osornio *et al.*, 1991). Otro estudio realizado sobre los efectos biológicos de las $PM_{2.5}$ y las PM_{10} en aire, que contenían tanto elementos del suelo como antrópicos reveló que las PM_{10} inducen la degradación del DNA, y que las partículas independientemente de su tamaño y su origen desencadenan patrones de respuesta biológica en células de sangre humana (Osornio *et al.*, 2011).

El polvo del suelo que se suspende en el aire por la acción del viento es una de las principales fuentes de partículas suspendidas en Mexicali y Tijuana (Ver Capítulo 3). Particularmente, en Mexicali se han llevado a cabo estudios para conocer la composición de estas partículas, su relación con los incrementos de enfermedades respiratorias y mortalidad. Finalmente, estudios de series de tiempo realizados en Mexicali han encontrado asociaciones significativas entre las PM_{10} y enfermedades respiratorias, específicamente con asma e infecciones respiratorias agudas, así como con las $PM_{2.5}$, el monóxido de carbono (CO), bióxido de nitrógeno (NO_2) y bióxido de azufre y mortalidad general (Reyna *et al.*, 2005 y Reyna *et al.*, 20112).

En la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California, artículo 1, fracción I, establece el garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente adecuado para su **desarrollo, salud y bienestar**. Del artículo 8, fracción XXXVI, de la competencia de la Secretaría (SPABC) corresponde a ésta coordinarse con la Secretaría de Salud del Estado para elaborar, dar seguimiento y hacer público, los estudios epidemiológicos relacionados con la calidad del aire.

Responsable de la medida: Secretaría de Salud del Estado de Baja California

Participantes: Secretaría de Protección al Ambiente (SPABC), protección civil, sector académico y de investigación.

Beneficios esperados: Identificar si el deterioro de la calidad del aire por altas concentraciones de ozono y material particulado, está teniendo un efecto adverso en la salud de la población.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Estudios epidemiológicos en el tema de la calidad de aire elaborados										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Crear convenio para el desarrollo de estudios epidemiológicos. Convenio entre universidad y la autoridad ambiental para promoción y colaboración de estudios epidemiológicos. Responsable: SPABC.	Convenio realizado										

2. Crear el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en contaminación atmosférica. Sistema que contemple enfermedades relacionadas por la exposición a altas concentraciones de contaminantes atmosféricos. Responsable: Secretaría de Salud Estatal.	Sistema de Vigilancia Epidemiológica operando									
3. Realizar estudios de impactos a la salud de mortalidad y morbilidad. Estudios de impacto a la salud, que consideran morbilidad y mortandad, así como cuestiones económicas. Responsable: Universidades estatales.	Estudios desarrollados									
4. Difundir el impacto de la contaminación doméstica y sus impactos a la salud. Efectos a la salud de quema de juegos artificiales, quema de leña, quema de basura, otras. Sensibilizar a la población y hacerla participe de las medidas que se apliquen. Responsable: SPABC.	Campaña de información									

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Crear convenio para el desarrollo de estudios epidemiológicos.	-
2. Crear el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en contaminación atmosférica.	\$2,000,000.00
3. Realizar estudios de impactos a la salud de mortalidad y morbilidad.	\$8,000,000.00
4. Difundir el impacto de la contaminación doméstica y sus impactos a la salud.	\$600,000.00
Total	\$10,600,000.00

6.6 Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental

Medida 16. Elaboración de una estrategia de comunicación de riesgos de la contaminación del aire.

Objetivo: Implementar una estrategia de comunicación que incentive la participación ciudadana en el tema de la calidad del aire.

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.

El tema de educación ambiental de acuerdo al artículo 16 de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (Congreso del Estado de B.C., 2001), establece que el gobierno del Estado deberá promover programas de difusión y educación ambiental. En la misma ley, se define como competencia y obligación del Consejo Estatal de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (Consejo) el fomentar la cultura y educación ambiental en la sociedad, incorporando en esta tarea a las instituciones educativas y organismos no gubernamentales, mediante la promoción de la cooperación entre ellos y las instituciones públicas.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC).

Participantes: Secretaría de Educación en el Estado de Baja California, Direcciones de ecología y/o medio ambiente de los municipios, organizaciones no gubernamentales e instituciones educativas.

Beneficios esperados: 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.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Población informada en el tema de la calidad del aire mediante aplicación de encuesta de percepción	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	80%

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1. Elaborar un diagnóstico de las necesidades de la población en términos de calidad del aire. A partir del diagnóstico se diseñará la estrategia de comunicación así como identificar áreas de oportunidad. Responsable: SPABC.	Diagnóstico elaborado										
2. Fortalecer las campañas de comunicación y concientización existentes en el tema de la contaminación del aire. Actualizar los contenidos y materiales de las campañas que están vigentes en el estado. Responsable: Secretaria de Educación del Estado.	Campaña de comunicación actualizada										

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Elaborar un diagnóstico de las necesidades de la población en términos de calidad del aire.	\$600,000.00
2. Fortalecer las campañas de comunicación y concientización existentes en el tema de la contaminación del aire.	\$600,000.00
3. Crear campaña de comunicación en temas de calidad del aire.	\$800,000.00
4. Desarrollar APP para comunicar la calidad del aire.	\$450,000.00
5. Capacitar a medios de comunicación en calidad del aire.	\$160,000.00
6. Realizar foros de divulgación y participación ambiental.	\$400,000.00
7. Abrir líneas de investigación en universidades para mejorar la comunicación ambiental.	-
Total	\$3,010,000.00

Medida 17. Incorporación de la educación ambiental como parte de la ruta de mejora en el sistema educativo del Estado.

Objetivo: Generar conciencia y comprometer a la población en acciones que mejoren la calidad del aire en el Estado a través de la educación formal.

Justificación: Es de importancia 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 una atmósfera limpia, formándolos para evitar el deterioro ambiental.

En la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPABC), en su artículo 8, fracción XIX, hace mención que la Secretaría de Protección al Ambiente (SPA) deberá promover y realizar programas con instituciones de educación superior, centros de investigación e instituciones públicas, para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir el deterioro ambiental.

Acorde al artículo 16 de la misma LPABC, la entidad pública responsable de la planeación del estado, en coordinación con la SPABC, deberá de promover programas de difusión y educación ambiental.

Responsable de la medida: Secretaría de Educación del Estado de Baja California.

Participantes: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC), autoridades ambientales municipales, universidades y tecnológicos, organizaciones no gubernamentales.

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.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Programa de Educación Ambiental Estatal										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Crear un comité para el programa de educación ambiental. Este comité para el programa de educación (CPE) tendrá la atribución del diseño del programa de educación ambiental, estará integrado por personal del sector educativo y ambiental. Responsable: CNP.	Comité conformado										
2. Elaborar un diagnóstico de los instrumentos de educación ambiental. Para saber cuál será la ruta a seguir, además de quién o quiénes serán los responsables del programa. Responsable: CPE.	Diagnóstico elaborado										

3. Capacitar a los profesores de los diferentes niveles educativos. Capacitar a los profesores en el tema de la calidad de aire de la entidad. Responsable: SEP.	Número de capacitaciones impartidas								
4. Generar contenidos didácticos en temas de calidad del aire. Material dirigido a diferentes niveles educativos. Catálogo público que aloje los contenidos y materiales para cada nivel educativo. Responsable: SEP.	Catálogo de contenido didáctico								
5. Fortalecer las líneas de investigación en los temas de calidad del aire. Involucrar al sector educativo de todos los niveles. Responsable: CPE.	Número de publicaciones en coordinación								
6. Implementar espacios donde se propicie la participación ciudadana. Generar foros para difundir el tema de la calidad del aire, así como los resultados de ProAire. Responsable: SPABC.	Número de foros impartidos								
7. Crear plataforma de educación ambiental. Que la población en general tenga acceso oportuno, práctico y con información fidedigna sobre el tema de educación ambiental. Responsable: SEP.	Plataforma creada								

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Crear un comité para el programa de educación ambiental.	-
2. Elaborar un diagnóstico de los instrumentos de educación ambiental.	\$1,800,000.00
3. Capacitar a los profesores de los diferentes niveles educativos.	\$1,200,000.00
4. Generar contenidos didácticos en temas de calidad del aire.	\$1,400,000.00
5. Fortalecer las líneas de investigación en los temas de calidad del aire.	-
6. Implementar espacios donde se propicie la participación ciudadana.	-
7. Crear plataforma de educación ambiental.	\$2,000,000.00
Total	\$6,400,000.00

6.7 Estrategia 6. Fortalecimiento institucional

Medida 18. Fortalecimiento de la red del sistema de monitoreo atmosférico en el Estado.

Objetivo: Contar con un sistema de monitoreo atmosférico que cumpla con la suficiencia de datos para cumplir con la normatividad aplicable

Justificación: Durante el periodo que se evaluó el Sistema de Monitoreo Atmosférico del 2006 a 2015, en éste se registró poca información. Por ejemplo para el año 2014 la insuficiencia de información fue muy evidente, incluso con registros completamente nulos para algunos de los contaminantes.

Se observa en los indicadores contruidos de días buenos, regulares y malos, la insuficiencia de información para todos los contaminantes monitoreados en todas las estaciones de monitoreo (Ver capítulo 2).

De la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en el *Capítulo II. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera*, en su artículo 112, fracción VIII, menciona el promover y apoyar técnicamente a los gobiernos municipales para el establecimiento de sistemas de monitoreo de calidad del aire, siendo entonces esta atribución de carácter municipal, la cual está establecida en los reglamentos ambientales municipales.

Por lo anterior es recomendable fortalecer el sistema de monitoreo, a través del cual se obtengan datos continuos y válidos, así como evaluar la atribución establecida en la LPAEBC de que el sistema le compete a los municipios, cuando actualmente está operando bajo la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC)

Participantes: Autoridades municipales ambientales, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), universidades y tecnológicos, protección civil.

Beneficios esperados:

- Conocer la calidad del aire en el Estado.
- Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012.
- Contar con un instrumento de gestión de la calidad del aire que permita la ejecución de políticas públicas ambientales.
- Contar con información de calidad del aire y medir el impacto que ha tenido la implementación del ProAire.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Estaciones con información confiable operando										

Acciones											
Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1. Mantener la operación óptima de las estaciones de monitoreo. Mantenimiento, operación y rehabilitación de las estaciones de manera continua. Supervisar el cumplimiento de la NOM 156 (75% de datos validos). Responsable: SPABC.	75% de datos obtenidos en las estaciones monitoreo										
2. Generar estudio para la reubicación de estaciones de monitoreo, y sustitución de equipos manuales de partículas por automáticos. Colocar y reubicar las estaciones de monitoreo conforme a lo establecido en la NOM 156. Responsable: SPABC.	Estudio elaborado										
3. Reubicar estaciones Aplicar lo resultante del estudio de la acción anterior. Responsable: SPABC.	Equipos reubicados										
4. Sustituir equipos manuales de partículas por automáticos. Responsable: SPABC.	Equipos sustituidos										
5. Destinar recursos del fondo ambiental al mantenimiento y operación de la red de monitoreo. Formalizar el uso del fondo ambiental, así como revisar los mecanismos para asignar recurso a la operación y mantenimiento de las estaciones de monitoreo. Responsable: SPABC.	Fondo Ambiental creado										
6. Capacitar al personal en sistemas de monitoreo atmosférico. Capacitar en el mantenimiento y operación de las estaciones de monitoreo. Responsable: SPABC.	Número de talleres impartidos										

Costo estimado	
Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Mantener la operación óptima de las estaciones de monitoreo.	\$6,000,000.00
2. Generar estudio para la reubicación de estaciones de monitoreo, y sustitución de equipos manuales de partículas por automáticos.	\$800,000.00
3. Reubicar estaciones	-
4. Sustituir equipos manuales de partículas por automáticos.	-
5. Destinar recursos del fondo ambiental al mantenimiento y operación de la red de monitoreo.	-
6. Capacitar al personal en sistemas de monitoreo atmosférico.	\$500,000.00
Total	\$7,300,000.00

Nota: El costo estimado de la acción 4 corresponderá al estudio de mercado realizado por SPABC conforme a las características que se requieren.

Medida 19. Actualización del inventario de emisiones a la atmósfera.

Objetivo: Contar con información confiable y actualizada de las emisiones de contaminantes que generan las diversas fuentes.

Justificación: El inventario de emisiones a la atmósfera es una de las herramientas base de gestión de calidad del aire, a través de éste se identifica el tipo de fuente que genera mayor cantidad de contaminantes a la atmósfera (fijas, móviles, área y naturales), así como en dónde está ubicada.

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, para conocer el efecto que han tenido el resto de las medidas establecidas en el presente ProAire.

De la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en el *Capítulo II. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera*, en su artículo 112, fracción VIII, establece las facultades de la Secretaría para prevenir, controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera. En su fracción VI, la integración del inventario de fuentes de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes emisoras de competencia estatal y coordinarse con la Federación y municipios para la integración de los inventarios correspondientes.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPABC).
Participantes: Autoridades ambientales de los municipios, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sector académico y de investigación.

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 las medidas del ProAire.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inventario de emisiones actualizado										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2018	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Generar convenio de concertación con universidades e instituciones para el fortalecimiento de capacidades e intercambio de información. Convenio que permita a las autoridades ambientales apoyarse en instituciones educativas y de diversos sectores, para el intercambio y generación de información necesaria para la actualización del inventario, así como la posibilidad de que las instituciones educativas y de investigación den apoyo técnico a las autoridades ambientales en la actualización del inventario de emisiones. Responsable: CNP.	Convenio generado										

Medida 20. Seguimiento y evaluación al ProAire.

Objetivo: Publicar el avance del ProAire para ser del conocimiento público su impacto y cumplimiento en la mejora de la calidad del aire.

Justificación: El monitoreo y la evaluación de las medidas del ProAire son indispensables para tener juicios que permitan identificar los avances en las medidas del ProAire así como conocer las posibles causas que no permiten tener resultados y con ello generar las propuestas de soluciones.

De la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California (LPAEBC), en el *Capítulo II. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera*, en su artículo 112, fracción VIII, establece las facultades de la Secretaría para prevenir, controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera. En su fracción I, hace mención de la creación del Programa Estatal de Gestión de Calidad del Aire.

Responsable de la medida: Secretaría de Protección Ambiental (SPA).

Participantes: Comité Núcleo del ProAire (CNP).

Beneficios esperados: Conocer el avance en la aplicación de las medidas del ProAire y, determinar acciones correctivas para mejorar los resultados de la aplicación de las medidas.

Meta e indicador de la medida

Indicador	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Informe de seguimiento y evaluación publicado										

Acciones

Acciones, descripción y responsables	Indicador	Cronograma (años)									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1. Integrar grupo de trabajo de seguimiento y evaluación del ProAire. Asignar a partir del comité núcleo representantes para conformar el grupo de seguimiento y evaluación del ProAire. Responsable: CNP.	Grupo conformado										
2. Contar con capacitación continua para el seguimiento y evaluación. Capacitar al personal de la comisión en el seguimiento y evaluación del ProAire. Responsable: SEMARNAT.	Número de talleres impartidos										
3. Publicar los resultados del seguimiento del ProAire. El grupo de trabajo de seguimiento y evaluación del ProAire preparará y publicará los resultados de forma anual de la implementación del ProAire. Responsable: Grupo de trabajo de seguimiento y evaluación del ProAire.	Informe de seguimiento publicado										

4. Publicación de la evaluación del ProAire. El grupo de trabajo de seguimiento y evaluación del ProAire preparará y publicará los resultados de la evaluación de haber implementado el ProAire. Responsable: Grupo de trabajo de seguimiento y evaluación del ProAire.	Informe de la evaluación publicado									
--	------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Costo estimado

Acciones	Monto estimado (M.N.)
1. Integrar grupo de trabajo de seguimiento y evaluación del ProAire.	-
2. Contar con capacitación continua para el seguimiento y evaluación.	\$400,000.00
3. Publicar los resultados del seguimiento del ProAire.	\$400,000.00
4. Publicación de la evaluación del ProAire.	\$200,000.00
Total	\$1,000,000.00

Fuentes de Información



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Banco Mundial. (13 de Abril de 2014). Medio Ambiente: Resultados del sector. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/13/environment-results-profile.print>
- Bittman, S., & Mikkelsen, R. (2009). Ammonia emissions from agricultural operations. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de https://www.researchgate.net/profile/Shabtai_Bittman/publication/238709352_Ammonia_Emissions_from_Agricultural_Operations_Livestock/links/0c9605281684248506000000/Ammonia-Emissions-from-Agricultural-Operations-Livestock.pdf
- CONAPO. (2014). Proyecciones de la población 2010-2050. Recuperado 15 de junio de 2016, a partir de <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>
- Conferencia de las Naciones Unidas. (16 de Junio de 1972). Declaración de Estocolmo Sobre el Medio Ambiente Humano. Recuperado el 16 de Octubre de 2017, de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>
- EPA. (2015). Environmental Benefits Mapping and Analysis Program (BenMAP). User Manual. North Carolina, US: EPA. Recuperado a partir de <http://www.epa.gov/air/benmap/>
- Eze, I. C., Hemkens, L. G., Bucher, H. C., Hoffmann, B., Schindler, C., Künzli, N., ... Probst-Hensch, N. M. (2015). Association between Ambient Air Pollution and Diabetes Mellitus in Europe and North America: Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives*. <http://doi.org/10.1289/ehp.1307823>
- H. Congreso del Estado de B.C. (30 de Noviembre de 2001). Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://www.spabc.gob.mx/wp-content/uploads/2016/08/Ley-de-Protección-al-Ambiente.pdf>
- Hamra, G. B., Guha, N., Cohen, A., Laden, F., Raaschou-Nielsen, O., Samet, J. M., ... Loomis, D. (2014). Outdoor Particulate Matter Exposure and Lung Cancer : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives*, 122(9), 906-911. <http://doi.org/10.1289/ehp/1408092>
- He, D., Wu, S., Zhao, H., Qiu, H., Fu, Y., Li, X., & He, Y. (2017). Association between Particulate Matter 2.5 and Diabetes Mellitus- a Meta-Analysis of Cohort Studies. *Journal of Diabetes Investigation*. <http://doi.org/10.1111/jdi.12631>
- Hoek, G., Krishnan, R. M., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., & Kaufman, J. D. (2013). Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review. *Environmental health*, 12(1), 43. <http://doi.org/10.1186/1476-069X-12-43>
- Gay, S. (2009). Ammonia Emissions and Animal Agriculture. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://pubs.ext.vt.edu/442/442-110/442-110.html>
- Gay, S., & Knowlton, K. (2009). Ammonia Emissions and Animal Agriculture. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- IARC. (2012). IARC: DIESEL ENGINE EXHAUST CARCINOGENIC. Lyon, Francia. Recuperado a partir de https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf
- IHME. (2016). GBDCmpareDataVisualization. Recuperado 28 de noviembre de 2016, a partir de <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- INE. (2012). Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica (Primera). Mexico, D.F.: INE-SEMARNAT. Recuperado a partir de http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=682
- INE, SEMARNAT, & Western, G. . (2005). Guía de elaboración y uso de inventario de emisiones. México: INE-SEMARNAT.
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado 15 de octubre de 2015, a partir de http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/censos/cpv2010/PT.asp?s=est&c=27770&proy=cpv10_pt
- INEGI. (2015). Consulta interactiva de datos: Mortalidad. Recuperado 10 de enero de 2016, a partir de http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=4
- INEGI. (2014). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 2017 de Octubre de 2017, de PIB- Entidad Federativa, anual: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/default.aspx>
- INEGI. (2015). Índice de motorización por entidad federativa 2000 a 2015. Recuperado el 25 de Agosto de 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb137&s=est&c=21690>
- INEGI. (2015). Perspectiva Estadística. Serie por Entidad Federativa. México: INEGI.
- INEGI. (2016). Vehículos de motor registrados en circulación. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est&c=13158&proy=vmrc_vehiculos
- Krewski, D., Jerrett, M., Burnett, R. T., Ma, R., Hughes, E.,

- Shi, Y., ... Tempalski, B. (2009). Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. Research report (Health Effects Institute), (140), 5-114-36. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19627030>
- LGEEPA. (1998-2005). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México, México.
- López-Villegas, M. T., & Pérez-Rivas, I. K. (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. Recuperado a partir de http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgicur/2014_pm2.5_ccsa_inecc.pdf
- Medina, S., Le Tertre, A., Saklad, M., & on behalf of the Apehis Collaborative Network, on behalf of the A. C. (2009). The Apehis project: Air Pollution and Health-A European Information System. Air quality, atmosphere, & health, 2(4), 185-198. <http://doi.org/10.1007/s11869-009-0050-2>
- Nadadur, S. S., & Hollingsworth, J. W. (2015). Air Pollution and Health Effects. (M. and I. Toxicology, Ed.) (1.^a ed.). Springer London Heidelberg New York Dordrecht: Humana Press.
- OMS. (2014). WHO | Health Impact Assessment. Recuperado 17 de abril de 2017, a partir de <http://www.who.int/hia/en/>
- OMS. (2016). OMS | Calidad del aire (exterior) y salud.
- Osornio-Vargas, A. R., Hernández-Rodríguez, N. A., Yáñez-Buruel, A. G., Ussler, W., Overby, L. H., & Brody, A. R. (1991). Lung cell toxicity experimentally induced by a mixed dust from Mexicali, Baja California, Mexico. Environmental Research, 56(1), 31-47. [https://doi.org/10.1016/S0013-9351\(05\)80107-0](https://doi.org/10.1016/S0013-9351(05)80107-0)
- Osornio-Vargas, A. R., Serrano, J., Rojas-Bracho, L., Miranda, J., García-Cuellar, C., Reyna, M. A., ... Rosas, I. (2011). In vitro biological effects of airborne PM2.5 and PM10 from a semi-desert city on the Mexico-US border. Chemosphere, 83(4), 618-626. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.11.073>
- Pope III, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air Pollution : Lines that Connect. Journal of the Air & Waste Management Association, 56(January 2015), 709-742. <http://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485>
- Pope, C. A., Turner, M. C., Burnett, R. T., Jerrett, M., Gapstur, S. M., Diver, W. R., ... Brook, R. D. (2015). Relationships between fine particulate air pollution, cardiometabolic disorders, and cardiovascular mortality. Circulation Research, 116(1). <http://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.305060>
- Radian, INE, SEMARNAP, & USEPA. (1997). Western Governors Association. Manuales del programa de inventarios de emisiones de México. México.
- SAGARPA. (2013). INCA, SIAP, Reglas de Operación y Programa Sectorial 2007-2012. México: SAGARPA.
- SAGARPA. (2013). Tecnologías de mitigación. México: SAGARPA.
- Ramírez-Sánchez, H. U., Andrade-García, M. D., González-Castañeda, M. E., & Celis-de La Rosa, A. de J. (2006). Contaminantes atmosféricos y su correlación con infecciones agudas de las vías respiratorias en niños de Guadalajara, Jalisco. Salud Publica Mex, 48(5), 385-394. <http://doi.org/10.1590/S0036-36342006000500005>
- Reyna, C., Quintero, N., & Collins, K. (2005). Correlation Study of the Association of PM10 with the Main Respiratory Diseases in the Populations of Mexicali, Baja California and Imperial County, California. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, 26(1), 22-36. Retrieved from <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumenl.cgi?IDARTICULO=5174>
- Reyna, M. A., Bravo, M. E., López, R., Nieblas, E. C., & Nava, M. L. (2012). Relative risk of death from exposure to air pollutants: a short-term (2003-2007) study in Mexicali, Baja California, México. International Journal of Environmental Health Research, 22(4), 370-386. <https://doi.org/10.1080/09603123.2011.650153>
- Rojas-Bracho, L., & Garibay-Bravo, V. (2003). Las partículas suspendidas, aeropartículas o aerosoles : ¿ hacen daño a la salud ?; ¿ podemos hacer algo ? Gaceta Ecológica, 69(octubre-diciembre), 29-44.
- Secretaría de Salud. (2015). Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica en Línea. Recuperado 27 de mayo de 2017, a partir de http://www.sinave.gob.mx/SUAVE/Inicio_sesion.aspx
- SEDECO. (2017). Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Baja California. Obtenido de [http://www.investinbaja.gob.mx/en/infrastructure intermodal-transport/railroads](http://www.investinbaja.gob.mx/en/infrastructure%20intermodal%20transport/railroads)

- SEMARNAT. (2008). Manual para la elaboración y uso de inventario de emisiones. México: SEMARNAT.
- SPA. (2017). Secretaría de Protección al Ambiente. Recuperado el 16 de Octubre de 2017, de <http://www.spabc.gob.mx/conocenos/>
- USEPA. (2015). Petroleum Industry. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de United States Environmental Protection Agency: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch05/index.html>
- US EPA. (2013). America's Children and the Environment, Third Edition. Population (French Edition) (Vol. 13). Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/1525447?origin=crossref>
- USEPA. (2013). Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program. North Carolina. Recuperado a partir de <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf>
- US EPA. (2013). America's Children and the Environment, Third Edition. Population (French Edition) (Vol. 13). Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/1525447?origin=crossref>
- USEPA. (2013). Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program. North Carolina. Recuperado a partir de <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf>

GLOSARIO

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

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

Autoridades ambientales municipales. Refiere a las direcciones de ecología o medio ambiente de cada uno de los municipios del Estado.

Autorregulación. Establecimiento de medidas voluntarias encaminadas a un mejor desempeño ambiental, enfocadas a fuentes fijas y/o al sector transporte.

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.

Cáncer de pulmón. Cáncer que se forma en los tejidos del pulmón, por lo general, en las células que recubren las vías respiratorias. Los dos tipos más importantes de cáncer de pulmón son el cáncer de pulmón de células pequeñas y el cáncer de pulmón de células no pequeñas. Estos tipos de cáncer se diagnostican con base en el aspecto que tengan las células bajo un microscopio.

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.).

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.

Enfermedades cardiovasculares. Las enfermedades cardiovasculares son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos. Se clasifican en: hipertensión arterial (presión alta), cardiopatía coronaria (infarto al miocardio), enfermedad cerebrovascular (apoplejía), enfermedad cardiovascular periférica, insuficiencia cardíaca, cardiopatía reumática, cardiopatía congénita y miocardiopatías.

Enfermedades cardiopulmonares. Las enfermedades cardiopulmonares incluyen condiciones como la cardiopatía, infarto al miocardio, trastornos venosos, insuficiencia cardíaca, asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer de pulmón y muchas otras.

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

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.

In vitro. Técnica que se realiza fuera del organismo, dentro de un tubo de ensayo, en un medio de cultivo, o en cualquier otro ambiente artificial.

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.

Monitoreo. Medición periódica para determinar los niveles de contaminación en varios medios.

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

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

AGEB	Área Geoestadística Básica.
CESPT	Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana.
CO	Monóxido de carbono.
CONAPO	Consejo Nacional de Población.
COV	Compuesto orgánico volátil.
DGGCARETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
E	Evaluación.
EPOC	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.
FE	Factor de emisión.
GLP	Gas Licuado del Petróleo.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Mg/año	Mega-gramo por año.
Mg	Miligramo.
NH ₃	Amoniaco.
NOM	Normas Oficiales Mexicanas.
NOx	Óxidos de nitrógeno.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
PM ₁₀	Partículas de diámetro inferior o igual a 10 micrómetros.
PM _{2.5}	Partículas de diámetro inferior o igual a 2.5 micrómetros.
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SO ₂	Bióxido de azufre.
SPA	Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California.
Ton	Tonelada métrica (1 tonelada = 1,000 kilogramos).
USEPA	Agencia de Protección al Ambiental de Estados Unidos de América.

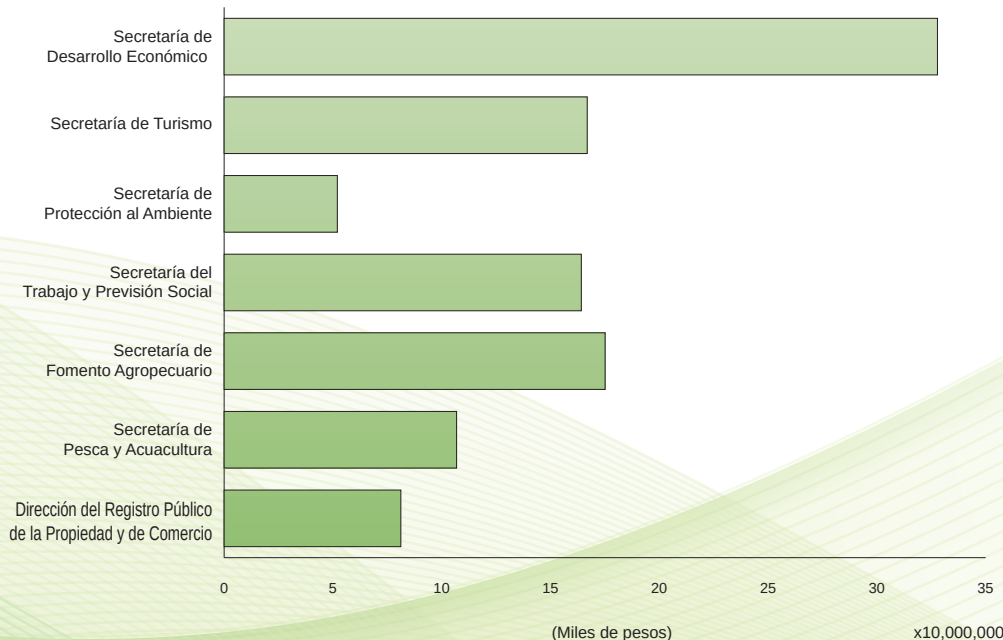
Las políticas de desarrollo a favor de la política ambiental en México tienen como objetivo el crecimiento socioeconómico con el menor impacto en la contaminación del aire, agua y suelo, sin embargo, para lograr esto, se deben elaborar proyectos que generen cambios en las estructuras económicas y sociales a nivel nacional, estatal y municipal.

Se necesitan crear programas que ayuden a integrar a todos los sectores de la sociedad, gobierno, empresas, ONG's, para comunicar las acciones que se deben llevar a cabo para la prevención del deterioro ambiental y la reparación del daño ambiental que ocasione alguna actividad económica. De ahí la importancia del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) y su financiamiento, ya que se trabaja con autoridades gubernamentales en los tres órdenes de gobierno, no sólo del ámbito ambiental, sino también de diversos sectores, como son: salud, transporte, agropecuario, entre otros. Todos ellos de forma integral diseñando políticas concretas y particulares para combatir los problemas ecológicos presentes en México.

Uno de los principales retos para la economía en Baja California es desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros que promuevan la protección del medio ambiente pues, es fundamental financiar proyectos de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas.

Las políticas públicas se deben basar principalmente en la prevención y educación ambiental para ayudar a frenar el deterioro de la calidad del aire que se presentan en las ciudades con mayor actividad económica; y no enfocarse solamente en la reparación del deterioro del medioambiente.

Durante el año 2016, la clasificación administrativa del presupuesto¹⁶ del Estado de Baja California reportó que el gasto en desarrollo económico representó el 2.42% (\$1,074,002,971.39 pesos) del total de su presupuesto de egresos.

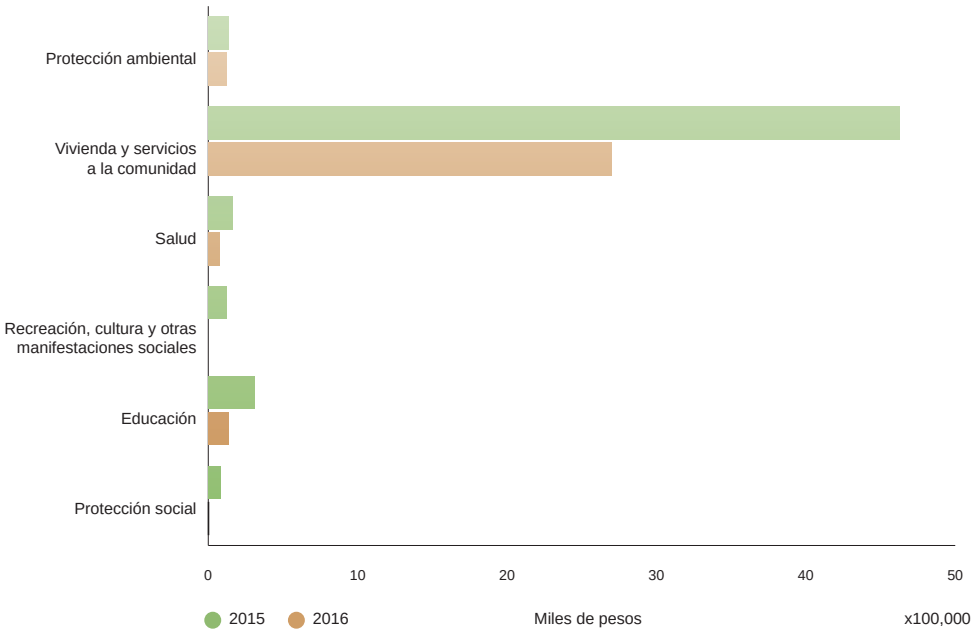


Fuente: Presupuesto de Egresos. Versión ciudadana 2016. Secretaría de planeación y finanzas. Gobierno del Estado de Baja California.

Figura 58. Desarrollo Económico en Baja California Miles de pesos, año 2016

¹⁶ Presupuesto de egresos. Versión ciudadana, 2016. Secretaría de planeación y finanzas. Gobierno del Estado de Baja California. Presenta el detalle del presupuesto de acuerdo al gasto que realizarán en 2016 las dependencias y entidades del poder ejecutivo así como otros organismos autónomos.

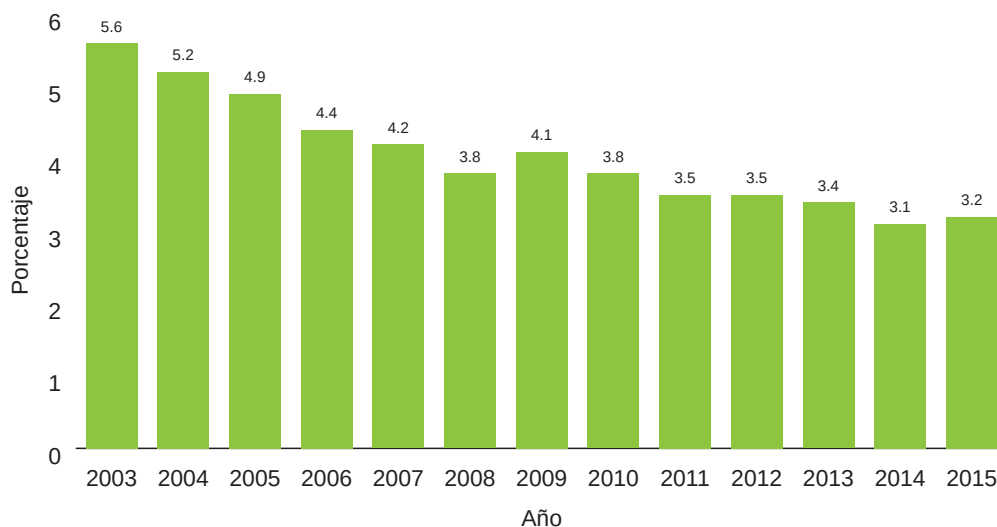
Como se observa en la figura anterior, la Secretaría de Protección al Ambiente es a la que se destinan menores recursos, en el año 2016 tan solo se destinaron \$52,017,440.03 pesos, generando que haya menos recursos destinados a proyectos ambientales que ayuden a mejorar la calidad de vida de los habitantes de Baja California. Por ello la importancia de recurrir a otras fuentes de financiamiento, tales como particulares y/o fondos nacionales o extranjeros, y no sólo depender de los recursos federales o estatales que llegan a destinarse en este rubro ambiental.



Fuente: Cuarto Informe de gobierno. Anexo estadístico. 2015-2016.

Figura 59. Inversión física federal en la finalidad de Desarrollo Social ejercida en 2015 y 2016 en Baja California. (Miles de pesos).

En la Figura 59, se observa que la inversión destinada a la protección ambiental para el año 2015 fue de \$138,569 pesos, colocándose, así como el penúltimo rubro al que se le destina más inversión dentro del estado. Para el año 2016 la inversión disminuyó 11.4% (\$122,789 pesos). Es importante buscar fuentes de financiamiento que apoyen a proyectos destinados a la prevención del daño ambiental pues, se disminuirían los costos por deterioro ambiental, siendo más económico realizar prevención que control. Además con la prevención se podrían generar impactos favorables en las enfermedades respiratorias ocasionadas por la contaminación del aire, logrando con ello disminuir el gasto en salud.



Fuente: INEGI, Economía y ecología. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/ee/>

Figura 60. Costos de mitigación atmosféricas respecto al Producto Interno Bruto a nivel nacional. (Porcentaje) 2003-2015.

De acuerdo con el Banco Mundial, el 90% del crecimiento urbano está ocurriendo en países en desarrollo, en donde se ha incrementado la contaminación del aire, del agua y del suelo. Es por ello que en 2012 el Banco Mundial lanzó una nueva estrategia ambiental para fomentar el crecimiento sin impactar los ecosistemas (Banco Mundial, 2014) a nivel mundial.

Países como Bangladesh desde el año 2010, han adoptado medidas en la fabricación de ladrillos, se han formulado leyes para corregir los estándares de emisiones vehiculares y se promueve el transporte público menos contaminante para mejorar la calidad del aire. Vietnam desde 2012 desarrolló el Proyecto de Gestión de la Contaminación Industrial con el cual se pretende monitorear y aplicar políticas ambientales para reducir el impacto de la contaminación en las zonas industriales. En el caso de Egipto, entre 2006 y 2013, se realizó el Proyecto de Reducción de la Contaminación, el cual tenía como objetivo que los hornos de producción de ladrillos usaran gas natural para atenuar los daños a la salud de la población por la exposición a contaminantes.

Al implementar más acciones y planes enfocados a la protección ambiental y concretamente a la calidad del aire se protege la salud pública, los costos económicos como consecuencia del ausentismo laboral por enfermedades respiratorias disminuye, hay menos costos por agotamiento y degradación del medio ambiente. Para los gobiernos es fundamental diseñar estrategias para la reducción de emisiones y el mejoramiento de la calidad del aire con el fin de proteger el medio ambiente, la salud pública, fomentar el desarrollo social y económico.

Algunas de las instituciones nacionales e internacionales que financian proyectos en medio ambiente incluida la mejora de la calidad del aire, se muestran a continuación:

Cuadro 24. Instituciones nacionales que financian proyectos en materia de calidad del aire.

Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEX)	
Es una institución bancaria gubernamental que se encarga de otorgar apoyos financieros, crédito y financiamiento a sectores como: automotriz, energético, transporte, minero-metalúrgico entre otros. La institución cuenta con apoyos directos mayores a 3 millones de dólares.	http://www.bancomext.com/ Periférico Sur 4333, Col. Jardines en la Montaña. Tlalpan. Ciudad de México, C.P.14210. +52 (55) 5449-9000, 01800 (397-6782)
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	
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: a. Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECyT). b. Programas de Estímulos para la Innovación. c. Fondos Sectoriales de Energía	http://www.conacyt.mx/index.php Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor. Benito Juárez, C.P.03940.CDMX. +52 (55) 5322-7700 cst@conacyt.mx
Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)	
El FONADIN es el vehículo de coordinación del Gobierno de México para el desarrollo de infraestructura en los sectores de comunicaciones, transporte, agua, medio ambiente y turismo. El fondo apoya en la planeación, diseño, construcción y transferencia de proyectos de infraestructura con impacto social o rentabilidad económica.	http://www.fonadin.gob.mx/ Av. Javier Barros Sierra no. 515, Col. Lomas de Santa Fe. Álvaro Obregón, C.P.01219. Ciudad de México +52 (55) 5270-1630 francisco.gonzalez@banobras.gob.mx
Financiera para el desarrollo económico de Sonora (FIDESON)	
Otorga crédito en apoyo para empresas que produzcan, comercialicen o adquieran equipos y servicios en relación con los rubros de energía renovable, aguas residuales, reciclaje de desechos y reducción de emisión de contaminantes.	http://fideson.gob.mx/SitioPublico/index.php Centro de Gobierno, edificio Sonora, Ala Norte, Primer Nivel Comonfort y Paseo Río Sonora. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83280 01 800 230 7171

Nacional Financiera (NAFIN)	
NAFIN ha impulsado proyectos que están enfocados a atender el problema de contaminación ambiental de 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.	http://www.nafin.com/portalfn/content/home/home.html Av. Insurgentes Sur 1971, Col. Guadalupe Inn, C.P. 01020. CDMX. 01800 (623-4672) info@nafin.gob.mx
La Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	
Maneja diferentes tipos de apoyos a fondo perdido. Apoya programas de acciones con las entidades federativas en materia de inversión, sustentabilidad y desarrollo de capacidades, proyectos estratégicos y sustentabilidad de los recursos naturales.	https://www.gob.mx/sagarpa Municipio Libre 377, Santa Cruz Atoyac, Ciudad de México. C.P. 03310 DIRECCIÓN. +52 (55) 38711000 contacto@sagarpa.gob.mx
Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad (PLAC), PROFEPA.	
Es un programa del Gobierno Federal, 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. Consiste en: a. Capacitar en los conceptos y herramientas de la ECO-eficiencia b. Acompañar técnicamente, en el desarrollo de proyectos de ECO-eficiencia a las empresas participantes.	https://www.gob.mx/profepa Carretera Picacho Ajusco 200, Col. Jardines en la Montaña. C.P. 14210. Tlalpan. Ciudad de México. +52 (55) 5449-6300 auditoria_ambiental@profepa.gob.mx

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Americanos (US EPA)	
Trabaja en el Programa Ambiental México-Estados Unidos esta colaboración tiene como finalidad mejorar el medio ambiente y proteger la salud. El programa binacional se centra en la limpieza del aire, proporcionando agua potable, reduciendo el riesgo de exposición a residuos peligrosos, y asegurar la preparación de emergencia a lo largo de la frontera entre Estados Unidos y México.	https://www.epa.gov/ San Diego Border Office 610 West Ash St., Suite 905 San Diego, CA 92101 (619) 235-4765 r9.info@epa.gov
Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID)	
Agencia del gobierno de los Estados Unidos encargada de administrar programas de cooperación y asistencia en 80 países alrededor del mundo, incluido México. La USAID apoya temas como el crecimiento económico, la salud, la educación, la democracia, la agricultura, la prevención de conflictos, iniciativas de salud, el cambio climático mundial, y la sostenibilidad del medio ambiente	https://www.usaid.gov/ Paseo de la Reforma 305. Cuauhtémoc. Ciudad de México, C.P.06500 +52 (55) 5080-2000 usaidmexico@usaid.gov
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, transporte y energía. El BEI, concede préstamos en condiciones favorables para proyectos que contribuyan a los objetivos como: apoyar las medidas para mitigar el cambio climático.	http://www.eib.org/ 98-100, Boulevard Konrad Adenauer, L-2950 Luxemburgo (+352) 43791, (+352) 437 704 complaints@eib.org , investor.relations@eib.org

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

El BID facilita el acceso a México de fondos que se pueden emplear para contratar servicios de consultoría, compra de bienes necesarios para llevar a cabo estudios.

El trabajo entre el BID y México contempla el financiamiento de programas y proyectos relacionados con disminuir la pobreza, apoyar reformas al sistema financiero, consolidar la agenda de México en áreas como educación, salud, agua y cambio climático, y fortalecer los gobiernos de Estados y municipios.

El BID apoya al gobierno de México para definir y consolidar la agenda de cambio climático mediante la aprobación de una serie de préstamos.

<http://www.iadb.org/en/inter-american-development-bank,2837.html>

98-100, Boulevard Konrad Adenauer, L-2950
Luxemburgo

(+352) 43791, (+352) 437 704

complaints@eib.org , investor.relations@eib.org

Banco Mundial (World Bank)

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.

El compromiso financiero del Banco Mundial en México se enfoca principalmente en una agenda de crecimiento verde, integrada por proyectos de energía, medio ambiente, agua, agricultura y transporte.

<http://www.bancomundial.org/>

Insurgentes Sur No. 1605 Piso 24, Col. San José
Insurgentes, México, C.P. 03900.

+52 (55) 5480-4200

cmolinahernandez@worldbank.org

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)

Su propósito principal es ayudar a las comunidades fronterizas a identificar, desarrollar y lograr la certificación de la COCEF y el financiamiento del BDAN para proyectos de infraestructura ambiental que mejoren la salud humana, promuevan al desarrollo sustentable y contribuyan a mejorar la calidad de vida en la región fronteriza.

a. Agua y drenaje.

c. Calidad del aire.

b. Residuos sólidos.

d. Eficiencia energética.

<http://www.cocéf.org/>

Blvd. Tomás Fernández 8069, Cd. Juárez, Chihuahua.
C.P. 32470

01 152 (656) 688 4600

becc@cocéf.org

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

Es una organización sin fines de lucro. Es un proveedor de servicios globales de cooperación internacional para el desarrollo sostenible. La organización desarrolla, planifica y ejecuta ideas para lograr cambios políticos, sociales y económicos que se vean reflejados en mejorar permanente las condiciones de vida de la población.

Ha implementado más de 1,200 proyectos en todo el mundo, 350 de los cuales eran directamente o indirectamente contribuyendo a la mitigación de emisiones de gases de invernadero o a la adaptación al cambio climático.

<https://www.giz.de/de/html/index.html>

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40, 53113 Bonn

+49 228 4460-0

info@giz.de

Fondo Francés para el Medioambiente Mundial (FFEM)

Es un fondo público bilateral creado por el Gobierno Francés, tiene como objetivo favorecer a la protección de medio ambiente mundial en los países de desarrollo y en transición.

Concede donaciones y financiación en los siguientes temas:

- | | |
|---|------------------------------|
| a. Biodiversidad | d. Capa de ozono |
| b. Cambio climático | e. Aguas internacionales |
| c. Contaminantes orgánicos persistentes | f. Degradación de los suelos |

http://www.afd.fr/lang/es_ES/home

5 Rue Roland Barthes 75598, Paris CEDEX 12. Francia

+33 153 443 131

site@afd.fr, ong@afd.fr

+33 144 879 939

ANEXO B

INVENTARIO DE EMISIONES DESAGREGADO POR CATEGORÍA DE EMISIÓN PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

Fuente/categoría de emisión	Emisión en Mg/año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	COV	CO	NH ₃
Total BAJA CALIFORNIA	212,551.0	38,511.0	4,962.2	102,228.0	123,049.0	391,831.4	8,024.2
Fuentes fijas	2,209.9	2,048.1	2,263.4	10,208.9	10,524.6	4,584.2	19.9
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	35.3	33.3	0.4	30.9	1,472.4	462.4	NS
Alimentos y bebidas	30.8	14.2	903.7	178.3	0.9	143.5	1.6
Automotriz	7.9	6.7	0.3	54.2	1,539.0	43.9	1.7
Celulosa y papel	10.2	8.4	93.5	75.7	291.9	56.7	2.2
Cemento y cal	2.8	1.2	190.7	360.3	1.2	10.3	NE
Derivados del petróleo y del carbón	7.0	4.3	117.7	17.6	1,578.2	4.1	NS
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	16.1	10.8	330.8	282.7	4.3	74.4	NE
Generación de energía eléctrica	1,477.9	1,475.4	23.5	5,763.6	71.5	2,462.8	6.6
Impresión	0.1	0.1	NS	0.1	38.1	NS	NE
Industria textil	4.1	6.6	0.2	1.8	9.5	12.8	NE
Madera	98.4	91.7	NS	0.6	1,327.1	1.4	NE
Manejo de desechos y remediación	1.8	1.4	NS	0.2	18.6	8.8	NE
Metálico	38.2	31.9	0.1	727.2	1,905.4	863.0	0.1
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	22.4	15.2	61.8	21.2	3.5	12.6	NS
Minerales no metálicos	153.5	143.9	329.3	602.8	618.6	61.9	1.6
Otras industrias	NS	NS	NS	0.1	NS	0.1	NS
Papel y cartón	4.9	3.0	0.2	20.1	22.5	1.8	NE
Petróleo y petroquímica	4.1	4.0	0.2	1,088.0	126.7	154.9	NS
Plástico y hule	24.2	18.0	209.8	60.1	1,454.1	50.8	0.2
Química	0.8	0.8	0.1	13.8	31.1	8.9	0.1
Tratamiento de residuos peligrosos	NS	NS	NS	0.1	NS	0.1	NS
Vidrio	269.3	177.1	1.1	909.4	10.0	148.9	5.7
Fuentes de área	39,078.8	9,237.4	327.2	2,500.9	49,234.7	35,865.8	7,592.7
Actividades de la construcción	25.5	5.3	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	5,033.2	NA	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,215.6
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	100.5	NA	NA
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	1,840.8	NA	NA
Asados al carbón	274.5	219.1	NA	10.1	35.3	546.4	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	160.7	NA	NA
Caminos no pavimentados	20,000.8	1,963.0	NA	NA	NA	NA	NA
Caminos pavimentados	11,968.5	2,895.6	NA	NA	NA	NA	NA
Combustión agrícola	31.9	31.9	29.1	467.4	0.6	99.5	NE
Combustión comercial	5.5	5.5	0.1	165.0	3.3	35.6	0.1
Combustión doméstica	162.6	157.4	1.9	735.1	931.7	1,163.9	0.2
Emisiones domésticas de NH3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3,219.1
Emisiones ganaderas	324.9	37.1	NA	NA	NA	NA	2,669.8
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	0.7	NA	NA
Incendios en construcciones	0.8	0.8	NA	0.3	0.8	13.0	NA

Incendios forestales	1,932.5	1,639.9	177.6	571.5	1,338.8	19,173.5	192.3
Labranza	2,530.4	561.0	NA	NA	NA	NA	NA
Ladrilleras	295.5	269.8	22.4	12.4	6.0	53.5	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	298.0	NA	NA
Limp. Sup. Industriales	NA	NA	NA	NA	0.1	NA	NA
Manejo y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	3,782.4	NA	NA
Manejo y distribución GLP	NA	NA	NA	NA	12,974.4	NA	NA
Panificación	NA	NA	NA	NA	110.4	NA	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	887.9	NA	NA
Pintura para señalización vial	NA	NA	NA	NA	119.0	NA	NA
Quemas a cielo abierto	2.5	2.3	0.1	0.4	0.6	5.6	NA
Quemas agrícolas	1,523.1	1,448.8	96.1	538.8	1,256.9	14,774.9	295.6
Rec. Sup. Arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	8,870.8	NA	NA
Rec. Sup. Industriales	NA	NA	NA	NA	613.5	NA	NA
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	10,868.7	NA	NA
Fuentes móviles carreteras	2,206.2	1,418.5	960.3	64,040.3	32,109.4	348,780.5	411.3
Autobuses	305.3	253.3	2.3	4,665.0	273.4	1,645.8	4.2
Autos particulares y taxis	553.2	282.0	372.6	19,452.2	11,687.7	123,449.6	173.4
Camionetas y pick up	779.9	433.7	554.1	31,600.3	18,725.8	212,629.0	207.9
Motocicletas	11.4	5.4	11.8	191.4	481.0	4,338.0	9.3
Veh < 3 Ton	18.8	9.7	14.5	649.2	303.7	4,122.5	5.4
Veh > 3 Ton y tractocamiones	537.4	434.3	4.9	7,482.2	637.7	2,595.5	11.1
Fuentes móviles no carreteras	546.3	530.5	1,411.3	6,263.0	458.6	2,600.9	0.2
Aviación y servicios auxiliares	8.7	8.7	37.8	246.4	94.8	897.2	NE
Embarcaciones marinas	192.5	187.9	1,342.2	3,457.7	33.9	333.3	NE
Locomotoras	11.5	10.4	4.1	463.6	18.0	45.9	NE
Maquinaria agrícola	256.5	248.8	18.0	1,411.5	242.8	987.2	0.2
Maquinaria de la construcción	77.0	74.7	9.2	683.9	69.1	337.3	0.1
Fuentes naturales	168,509.76	25,276	NA	19,214.9	30,721.8	NA	NA
Biogénicas	NA	NA	NA	19,214.93	30,721.76	NA	NA
Erosivas	168,509.76	25,276	NA	NA	NA	NA	NA

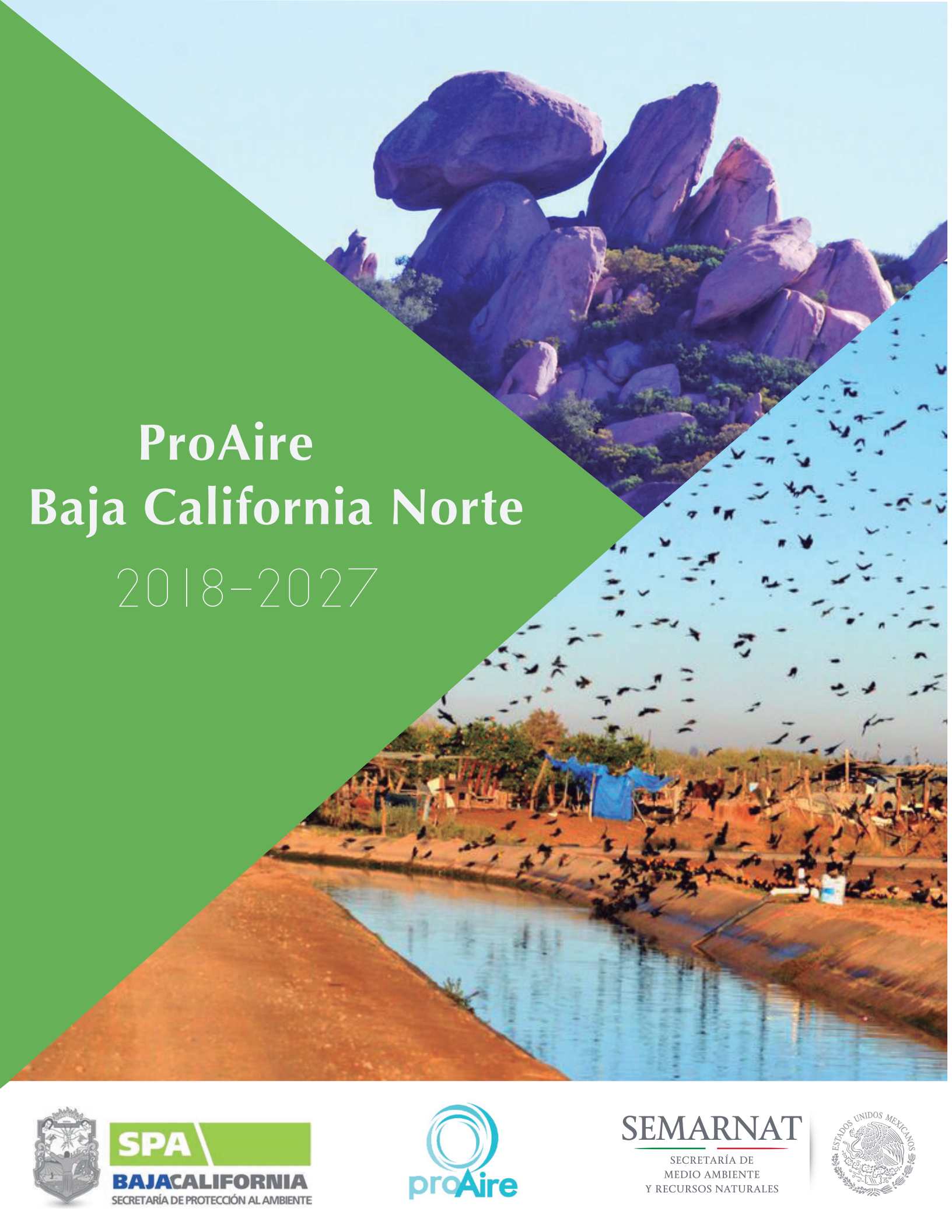
NA_ no aplica; NS_ no significativo; NE_ no estimado (por falta de factores de emisión).

ANEXO C

INVENTARIO DE EMISIONES POR MUNICIPIO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

Municipio	Emisión en Mg/año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	COV	CO	NH ₃
Ensenada	61,855.7	10,616.4	2,048.1	28,852.6	28,488.2	66,069.7	1,372.6
Mexicali	116,826.2	20,380.6	1,036.7	33,411.5	44,100.6	135,415.5	3,920.6
Tecate	7,522.2	1,284.9	785.7	4,130.3	3,583.2	14,042.2	305.4
Tijuana	20,835.6	3,952.6	903.9	27,640.8	43,142.4	153,984.6	2,108.5
Playas de Rosarito	5,511.3	2,276.5	187.8	8,192.7	3,734.6	22,319.4	317.0
Total	212,551.0	38,511.0	4,962.2	102,228.0	123,049.0	391,831.4	8,024.2

Municipio	Porcentaje						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	COV	CO	NH ₃
Ensenada	29.1	27.6	41.3	28.3	23.2	16.8	17.1
Mexicali	55.0	52.9	20.9	32.7	35.8	34.6	48.8
Tecate	3.5	3.3	15.8	4.0	2.9	3.6	3.8
Tijuana	9.8	10.3	18.2	27.0	35.1	39.3	26.3
Playas de Rosarito	2.6	5.9	3.8	8.0	3.0	5.7	4.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



ProAire Baja California Norte

2018-2027

