GobBC
GOBIERNO DEL ESTADO
SECRETARIA DE PROTECCION AL AMBIENTE

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Mexi/Cali
TIERRA CALIDA

PROGRAMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE EN MEXICALI 2011-2020

DIRECTORIO

JUAN RAFAEL ELVIRA QUESADA
Secretario del Medio Ambiente y Recursos Naturales

JOSE GUADALUPE OSUNA MILLAN
Gobernador del Estado de Baja California

MAURICIO LIMÓN AGUIRRE
Subsecretario de Gestión para la Protección Ambiental

EFRAÍN CARLOS NIEBLAS ORTIZ
Secretario de Protección al Ambiente del Estado de Baja California

ANA MARÍA CONTRERAS VIGIL
Directora General de Gestión de la Calidad del Aire y RETC

JOSÉ ALFREDO FERREIRO VELAZCO
Subsecretario de Protección al Ambiente

FRANCISCO JOSÉ PÉREZ TEJADA PADILLA.
Presidente Municipal del XX Ayuntamiento de Mexicali

MAYRA IRENE CRUZ MONTAÑO
Directora de Ecología

En la elaboración e integración de este documento participaron:

Alan Xavier Gómez Hernández (SEMARNAT)
Alberto Raúl Tovar Gerardo (SPA)
Alejandro Lambert (UABC)
Ángela Nayeli de Jesús Treviño Gil (SPA)
Erick Castro Moya (SEMARNAT)
Gloria García Santiago (SEMARNAT)
Hugo Landa Fonseca (SEMARNAT)
Lourdes M. Meza T. (UABC)
Luis Alberto Ocampo Blanco (SPA)
Margarito Quintero Núñez (UABC)
Miguel Ángel Canales R. (UABC)
O. Rafael García C. (UABC)
Osvaldo Leyva C (UABC).
Ramiro Barrios Castrejón (SEMARNAT)
Roberto Martínez Verde (SEMARNAT)
Saúl Guzmán García (SEMARNAT)
Tania Berenice Rodríguez Chávez (SPA)

Se agradece en especial a los Técnicos e Investigadores de las diversas instancias del sector social, privado, académico y gubernamental que participaron en los grupos de trabajo, aportando su conocimiento y experiencia para la formulación de este programa.

Contenido

ACRÓNIMOS. ..... **VIII**

RESUMEN EJECUTIVO. ..... **XI**

I. GENERALIDADES. **32**

A. MEXICALI Y SU ENTORNO. 32
1. Aspectos Geográficos. *32*
a. Orografía. 34
b. Hidrografía. 34
c. Características y Uso del Suelo. 34
d. Condiciones Meteorológicas. 35
2. Aspectos Socioeconómicos. *37*
a. Dinámica Urbana. 37
b. Dinámica Económica. 38
c. Dinámica Demográfica. 39

II. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN MEXICALI. **41**

A. NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. 41
B. GESTIÓN BINACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 42
1. Acuerdo de La Paz de 1983. ..... *43*
2. Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) 1992-1994. ..... *44*
3. Programa Frontera XXI. *44*
4. Programa Frontera 2012. ..... *45*
5. Programas del Consorcio para la Investigación y Política Ambiental del Suroeste (CIPAS) *47*
C. PROGRAMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DE MEXICALI 2000-2005. 48

III. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. **50**

A. RED DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DE MEXICALI 50
1. Estación de Monitoreo UABC. *51*
2. Estación de Monitoreo COBACH. *51*
3. Estación de Monitoreo ITM. *51*
4. Estación de Monitoreo Campestre. *52*
5. Estación de Monitoreo CESPM. *52*
6. Estación de Monitoreo CONALEP. *53*
7. Estación de Monitoreo Progreso. *53*
B. CUENCA ATMOSFÉRICA MEXICALI - VALLE IMPERIAL. 53
1. Circulación Atmosférica Regional. *54*
a. Circulación Atmosférica en Superficie. 54
b. Campos de Viento en Altura (500 hPa, 850 hPa). 59
2. Circulación Atmosférica Local. *59*
a. Rosa de Vientos. 60
b. Temperatura del Aire. 77
c. Estabilidad Atmosférica. 83
d. Inversiones Térmicas y Capa de Mezcla. 86

e. Dispersión de Contaminantes Atmosféricos. 89
C. PARÁMETROS DE MONITOREO. 92
1. Óxidos de Nitrógeno (NO_x) *92*
2. Ozono (O_3) *94*
3. Monóxido de Carbono (CO) *97*
4. Dióxido de Azufre (SO_2) *98*
5. Material Particulado $PM_{2.5}$ *100*
6. Material Particulado PM_{10} *102*
D. CONCLUSIONES SOBRE CALIDAD DEL AIRE 105
IV. INVENTARIO DE EMISIONES. 107
V. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. 121
A. EFECTOS SOBRE LA SALUD PÚBLICA. 121
B. EFECTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS. 123
VI. METAS Y ESTRATEGIAS PARA EL PROAIRE MEXICALI 2010-2020. 125
FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS. 208

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Histograma de intensidad de viento estación UABC enero 2000-2005. 62
Gráfica 2. Histograma de intensidad de viento estación ITM enero 2000-2005. 63
Gráfica 3. Histograma de intensidad de viento estación COBACH enero 2000-2005. 63
Gráfica 4. Marcha promedio anual de la temperatura del aire en Mexicali y Calexico 2000-2005. 77
Gráfica 5. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali y Calexico 2000-2005. 78
Gráfica 6. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación ITM 2000-2005. 78
Gráfica 7. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación UABC 2000-2005. 79
Gráfica 8. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación COBACH 2000-2005. .. 79
Gráfica 9. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación ETHEL 2000-2005. 80
Gráfica 10. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación EAST 2000-2005. 80
Gráfica 11. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali y Calexico para el mes de enero 2000-2005. 81
Gráfica 12. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de enero 2000-2005. 82
Gráfica 13. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de abril 2000-2005. 82
Gráfica 14. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de julio 2000-2005. 83
Gráfica 15. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de octubre 2000-2005. 83
Gráfica 16. Comparación de estabilidad atmosférica en dos campañas de medición en la Estación UABC (febrero-marzo de 2001 y junio de 2003 período nocturno) 85
Gráfica 17. Comparación de estabilidad atmosférica en la Estación UABC (junio de 2003 período diurno) 85
Gráfica 18. Evolución horaria del parámetro de estabilidad atmosférica en UABC y Villa Zapata, febrero de 2001. 86
Gráfica 19. Evolución horaria del parámetro de estabilidad atmosférica en UABC y Villa Zapata, junio de 2001. 86
Gráfica 20. Altura media mensual del espesor máximo de la capa de mezclado en Mexicali, B.C.. 88
Gráfica 21. Patrón estacional de profundidad máxima media de capa de mezclado. 88
Gráfica 22. Promedio anual de concentraciones de NO_2 en las seis estaciones en Mexicali de 1997 a 2008. 92
Gráfica 23. Días fuera de norma de NO_2 en las cinco estaciones de Mexicali, 1997-2008. 93
Gráfica 24. Concentraciones de NO_2 en Mexicali 1997-2008. 93
Gráfica 25. Promedio anual de concentraciones horario de O_3 por estación de monitoreo en Mexicali 1997 - 2008. 94
Gráfica 26. Tendencias de concentración de O_3 (8 horas). Mexicali, 2002 - 2008. 94

Gráfica 27. Días fuera de norma de O_3 promedio (1 hora) en Mexicali, 1997 – 2008. 95
Gráfica 28. Días fuera de norma de O_3 promedio (8 horas). Mexicali, 1997-2008. 95
Gráfica 29. Concentración de O_3 (1 hora) para Mexicali para los años 1997 – 2008..... 96
Gráfica 30. Concentración de O_3 (8 horas) en Mexicali 2002-2008..... 96
Gráfica 31. Promedio anual de concentraciones de CO en las estaciones de Mexicali 1997-2008. 97
Gráfica 32. Días fuera de norma para CO en las estaciones para Mexicali 1997-2008. 97
Gráfica 33. Concentraciones de CO en Mexicali 1997-2008..... 98
Gráfica 34. Promedio anual de concentraciones horario de SO_2 en la estación UABC de Mexicali, 1997-2009. 99
Gráfica 35. Tendencia histórica de las concentraciones diarias de SO_2 (24 h) en la estación UABC periodo 1997-2008. 99
Gráfica 36. Tendencia histórica de las concentraciones promedio (8 horas) máximo por día de SO_2 (8 h) en la estación UABC de Mexicali en el periodo 1997-2008. 100
Gráfica 37. Concentración de $PM_{2.5}$ para la estación meteorológica de UABC. 101
Gráfica 38. Días fuera de norma para $PM_{2.5}$ en la UABC, 2003-2008. 101
Gráfica 39. Tendencia histórica de la concentración de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo UABC, 2003 – 2008. 102
Gráfica 40. Promedio anual de concentraciones horarias de PM_{10} por estación de monitoreo en Mexicali, 1997 – 2008. 103
Gráfica 41. Número de días en que se rebasó la norma de PM_{10} en las diferentes estaciones de monitoreo de Mexicali, 1997-2008. 104
Gráfica 42. Tendencias histórica de las concentraciones diarias de PM_{10} en siete estaciones de monitoreo de Mexicali, 1997-2008. 104
Gráfica 43. Inventario de Emisiones Mexicali 2005 agregado por tipo de fuente (porcentaje en peso por contaminante) 109
Gráfica 44. Distribución porcentual de emisiones por PM_{10}. 114
Gráfica 45. Distribución porcentual de emisiones por $PM_{2.5}$ 115
Gráfica 46. Distribución porcentual de emisiones por NO_X 116
Gráfica 47. Distribución porcentual de emisiones por SO_2. 117
Gráfica 48. Distribución porcentual de emisiones por CO. 118
Gráfica 49. Distribución porcentual de emisiones por COV. 119
Gráfica 50. Distribución porcentual de emisiones por NH_3. 120

Lista de Figuras

Figura 1. Localización de la Ciudad de Mexicali. 33
Figura 2. Clima de Mexicali 36
Figura 3. Red de Monitoreo Atmosférico de Mexicali. 50
Figura 4. Presión atmosférica al nivel del mar durante las cuatro estaciones del año en el Pacífico Nor-Oriental. 54
Figura 5. Imagen visible de las 2200 UTC del 18 de Febrero de 2004. 56
Figura 6. Modelo Conceptual de Surgencia del Golfo. 57
Figura 7. Flujos de viento en el verano a diferentes niveles atmosféricos. 58
Figura 8. Actividad tropical intensa y afectaciones locales en el campo de viento en Mexicali y su valle (13 de julio de 2004) 58
Figura 9. Campo de viento a 850 hPa. 59
Figura 10. Campo de viento a 500 hPa 59
Figura 11. Campo de viento a 250 hPa 59
Figura 12. Distribución anual de dirección del viento en Mexicali 2005-2008. 60
Figura 13. Distribución en enero de dirección del viento en Mexicali 2005-2008. 61
Figura 14. Distribución en abril de dirección del viento en Mexicali 2005-2008. 61
Figura 15. Distribución en julio de dirección del viento en Mexicali 2005-2008. 61
Figura 16. Distribución en octubre de dirección del viento en Mexicali 2005-2008 61
Figura 17. Rosa de viento en la estación UABC enero 2000-2005 62
Figura 18. Rosa de viento en la estación ITM enero 2000-2005. 63
Figura 19. Rosa de viento en la estación COBACH enero 2000-2005. 63

Lista de Tablas

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas vigentes para evaluar la calidad del aire ambiente. 42
Tabla 2. Altura media mensual (m) de la cima de inversión térmica superficial en Yuma, AZ (12Z) año 2005. 87
Tabla 3. Altura media estacional (m) del tope de inversión térmica para Yuma, AZ (12Z). 87
Tabla 4. Inventario de Emisiones Mexicali 2005 por tipo de fuente (ton/año). 108
Tabla 5. Inventario de Emisiones Mexicali 2005, desagregado por tipo de fuente (ton/ año). 110
Tabla 6. Efectos causados por contaminantes. 122

Acrónimos.

AIRS	Aerometric Information Retrieval System, por sus siglas en inglés.
AQS	Air Quality Sciences, por sus siglas en inglés.
ARB	Air Resources Board, por sus siglas en inglés.
BC	Black Carbon, por sus siglas en inglés.
BDAN	Banco de Desarrollo de América del Norte.
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de Transformación.
CARB	California Air Resources Board, por sus siglas en inglés.
CBTIS	Centro de Bachillerato Industrial y de Servicios.
CCBRES	California Center for Border and Regional Economic Studies, por sus siglas en inglés.
CDIM	Comisión de Desarrollo Industrial de Mexicali.
CEA	Comisión Estatal del Agua de Baja California.
CECADESU	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable.
CESPM	Comisión Estatal de Servicios Públicos en Mexicali.
CETYS	Centro de Estudios Técnicos y Superiores.
CFE	Comisión Federal de Electricidad.
CICA	Centro de Información sobre Contaminación de Aire.
CICESE	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
CIPAS	Consorcio para la Investigación y Política Ambiental.
CN	Comité Núcleo.
CNIP	Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y del Papel.
COA	Cedula de Operación Anual.
COBACH	Colegio de Bachilleres.
COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza.
COESPRIS	Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua.
CONALEP	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica.
CONAPO	Consejo Nacional de Población.
COSATSA	Comité del Sistema de Alerta Temprana en Materia de Salud Ambiental
CRCA	Comité de Respuesta a Contingencias Atmosféricas.
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.
DOF	Diario Oficial de la Federación.
EGR	Eastern Research Group, por sus siglas en inglés.
EUA	Estados Unidos de América.
FIFRA	Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act, por sus siglas en inglés.

GEBC	Gobierno del Estado de Baja California.
GEI	Gases de Efecto Invernadero.
HDDV	Heavy Duty Diesel Vehicles, por sus siglas en inglés.
HDGV	Heavy Duty Gasoline Vehicles, por sus siglas en inglés.
HHS	Healt and Human Services, por sus siglas en inglés.
IMECA	Índice Metropolitano de la Calidad del Aire.
IMIP	Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali.
IMJUVE	Instituto Mexicano de la Juventud.
INC	Instituto Nacional de Cancerología.
INE	Instituto Nacional de Ecología.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
INEM	Inventario Nacional de Emisiones de México.
IRA	Infecciones Respiratorias Agudas.
ISESALUD	Instituto de Servicios de Salud Pública de Baja California.
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
ITM	Instituto Tecnológico de Mexicali.
JUEBC	Junta de Urbanización del Estado
HDDT	Heavy Duty Diesel Trucks, por sus siglas en inglés.
LDDV	Light Duty Diesel Vehicles, por sus siglas en inglés.
LDGT	Light Duty Gasoline Trucks, por sus siglas en inglés.
LDGV	Light Duty Gasoline Vehicles, por sus siglas en inglés.
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
MCCM	Multiscale Climate Chemistry Model, por sus siglas en inglés.
MP	Material Particulado.
NAAIS	Núcleo de Acopio y Análisis de Información en Salud.
NOM	Normas Oficiales Mexicanas.
ONG	Organización no Gubernamental.
PDVOC	Programa de Detección de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes
PEMEX	Petróleos Mexicanos.
PIAF	Programa Integral Ambiental Fronterizo.
PIB	Producto Interno Bruto.
PIPCA	Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire.
PLAC	Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad.
PNAA	Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
POE	Periódico Oficial del Estado
POET	Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial.

ProAire	Programa para Mejorar la Calidad del Aire.
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
PVVO	Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
SAGARPA	Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
SATSA	Sistema de Alerta Temprana en Materia de Salud Ambiental
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
SECOFI	Secretaria de Comercio y Fomento Industrial.
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social.
SEFOA	Secretaria de Fomento Agropecuario.
SEMARNAT	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SENER	Secretaria de Energía.
SEP	Secretaria de Educación Pública.
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
SIDUE	Secretaria de Infraestructura y Desarrollo Urbano.
SINAICA	Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire.
SLFC	Short Lived Climate Forcers, por sus siglas en ingles.
SPA	Secretaría de Protección al Ambiente.
SPF	Secretaría de Planeación y Finanzas.
SSA	Secretaria de Salud.
SSP	Secretaría de Seguridad Pública.
SVE	Sistema de Vigilancia Epidemiológica.
TAR	Terminal de Almacenamiento y Reparto
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte.
TMCA	Tasa Media de Crecimiento Anual.
UABC	Universidad Autónoma de Baja California.
USEPA	United States Environmental Protection Agency, por sus siglas en inglés.
WGA	Western Governors' Association, por sus siglas en inglés.

Resumen Ejecutivo.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Mexicali, representa un esfuerzo conjunto del gobierno federal, estatal y municipal con el sector industrial y la sociedad en general, para lograr una mejora sustantiva en la calidad de vida de la población mexicalense al reducir el riesgo de exposición a contaminantes atmosféricos presentes en el municipio.

Los impactos de las emisiones no son solo locales, sino de alcance binacional, debido a que la naturaleza no respeta las fronteras políticas, un ejemplo claro que las emisiones que se genera, si bien pueden impactar fuertemente en la ciudad y la cuenca atmosférica, aportan al calentamiento global, tema que nos preocupa por los cambios climáticos y todas las implicaciones.

Este ProAire surgió por la necesidad de contar con una herramienta que sirva para definir acciones específicas para reducir y controlar la contaminación atmosférica en la región y para realizar un diagnóstico de la situación actual que guarda la zona en cuanto a la problemática de las altas concentraciones de contaminantes en el aire (principalmente partículas suspendidas y monóxido de carbono), de los datos de inventarios de emisiones en donde se visualicen las principales fuentes contaminantes en la región y sus alrededores; los aspectos demográficos e indicadores de salud pública que tengan una posible relación con la calidad del aire.

El compromiso adquirido requiere del esfuerzo de los tres niveles de gobierno, el sector privado y la sociedad en general , de modo que en el presente documento no sólo se proponen medidas hacia la reducción de emisiones en las aplicables a las empresas, sino que se expone la necesidad de una educación ambiental para que la población esté al tanto de los problemas de su entorno y participe, para generar la conciencia de que es importante realizar acciones para mejorar la calidad del aire y por ende el beneficio de la salud de la población.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Mexicali, propone treinta y nueve acciones que permitirán disminuir la contaminación del aire en esta ciudad, para que se cumplan los límites que establecen las normas de protección a la salud. En su elaboración, se contó con la participación de las autoridades ambientales municipales, estatales, federales y miembros de la comunidad académica. El Programa propone constituirse en una guía de acciones a ejecutar, cuyo beneficio se vea reflejado en una mejor calidad de vida para los habitantes de Mexicali.

En el capítulo 1 de este Programa se presenta un panorama general de la región de Mexicali, en el cual se hace una descripción de los aspectos geográficos y físicos, además de información característica de la zona como el desarrollo económico, urbano e industrial.

En el capítulo 2 se incluye los valores normados para los contaminantes del aire en México que se encuentran en la legislación ambiental vigente. Además incluye una breve descripción de los acuerdos y programas firmados con EUA, en el ámbito ambiental, como los son el Acuerdo de la Paz, Programa Frontera 2012, entre otros.

Dentro del capítulo 3 se hace una descripción de la Red de Monitoreo Atmosférico de Mexicali, su distribución y el tipo de instrumentos que la conforman, por otra parte incluye la definición de la Cuenca atmosférica, estabilidad atmosférica la tendencia de los contaminantes, entre otros.

El capítulo 4 muestra el inventario de emisiones que identifica las fuentes contaminantes agrupadas en cinco sectores: Fuente Fija Federal, Fuente Fija Estatal, Fuente de Área, Móvil Carretera y Móvil no Carretera. En este capítulo se presenta un análisis de la contribución de los contaminantes al inventario, por los diferentes sectores.

Como parte del capítulo 5 se hace una descripción de varios estudios que se han realizado sobre los efectos de los contaminantes atmosféricos en la salud humana y en el ecosistema.

En el capítulo 6, se plasman las estrategias, medidas, y acciones que se llevarán a cabo para reducir las tendencias adversas en la calidad del aire, en este capítulo, se define cada uno de ellas, se establece un cronograma de ejecución, participantes involucrados e indicadores de cumplimiento.

I. Generalidades.

A más de 16 años de la firma del Tratado del Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la región norte de México muestra ya cambios en su dinamismo económico y social, en particular las ciudades fronterizas enfrentan retos ambientales producto de su crecimiento natural y otros inducidos por el Tratado. Las comunidades de las regiones fronterizas binacionales muestran una preocupación legítima que las ha han llevado al análisis de los beneficios y repercusiones, que sobre su desarrolló pueden esperar para su futuro inmediato y a largo plazo. Esta preocupación también se refleja en la Región de Mexicali- Valle Imperial.

Debido a su gran dinamismo urbano, demográfico, fabril y empresarial, así como a su localización de vecindad con los Estados Unidos de América (EUA), Mexicali juega un papel relevante en la economía nacional. Esta situación hace que Mexicali junto con Tijuana y Ciudad Juárez sea una de las ciudades más importantes de la frontera. El crecimiento de la ciudad trae beneficios sociales y económicos, pero también problemas relacionados con el desarrollo urbano y con la dotación de infraestructura y servicios, lo que a su vez genera problemas de tipo ambiental, en particular un deterioro de la calidad del aire.

México conjuntamente con los EUA está muy atento en el saneamiento de la frontera común en todas las áreas ambientales, de ahí que ambos han firmado varios tratados y programas en beneficio de las comunidades fronterizas desde 1983. El último de ellos es el Programa Frontera 2012, donde también se incluye un programa para mejorar la calidad del aire.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire de Mexicali es un plan estratégico a 10 años que propone varias medidas concretas que permitirán en el mediano plazo ir disminuyendo paulatinamente la contaminación de la ciudad hasta que eventualmente se cumplan las normas de calidad del aire. El programa pretende constituirse en una guía de acciones a ejecutar, cuyo beneficio se dará no solamente en Mexicali sino en toda la cuenca atmosférica binacional coordinando a los tres niveles de gobierno.

A. Mexicali y su Entorno.

1. Aspectos Geográficos.

Mexicali forma parte de uno de los cinco municipios del Estado de Baja California; cuenta con una extensión territorial de 71 mil km^2 aproximadamente, abarcando el 18 % del territorio del estado. La superficie del municipio colinda al norte con los EUA; al este con los EUA, el Estado de Sonora y

el Golfo de California; al sur con el Golfo de California y el Municipio de Ensenada; al oeste con los Municipios de Ensenada y Tecate (INEGI, 2009).

Figura 1. Localización de la Ciudad de Mexicali.
Fuente: INEGI, Google Maps.

Su posición geográfica está indicada por las siguientes coordenadas:

Latitud	30° 51' N	32° 44' N
Longitud	144° 43' O	115° 51' O
Altitud	10 msnm	

Mexicali se convirtió en la capital del estado, es una ciudad progresista cuya vocación transitó de lo agrícola a lo industrial. Este municipio se caracteriza por su actividad agrícola, industrial y turística, destacándose la actividad del sector terciario (comercio, servicios y turismo) que absorbe al 52% de la población ocupada, a su vez el 44% se emplea en servicios de hoteles y restaurantes.[1]

[1] http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/municipios/mexicali/mexicali.jsp

a. Orografía.

La orografía del Municipio de Mexicali es característica al ser ocupado el 30% de su territorio por sierras, entre las que destacan las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir. La primera comprende una franja que va de la parte noroeste hasta el suroeste del municipio, con casi 2 mil km^2 de superficie y 3,300 m de altura. La segunda está localizada en la parte suroeste y cubre 10 km^2, su altura es de 2,800 m sobre el nivel del mar.

Adicionalmente existen otras sierras, como: el Cerro del Centinela con una elevación de 750 m, y una superficie de 10 km^2, localizada en la parte noroeste del municipio; la Sierra Cucapah, situada en la parte norte y al oeste del Valle de Mexicali, cuenta con una superficie de 364 km^2 y una altura máxima de 1,000 m.

El Cerro Prieto, ubicado al suroeste de la ciudad, abarca una superficie de 7 km^2 y una elevación de 260 m; la Sierra El Mayor tiene una altura de 800 m y una superficie de 50 km^2, localizada en la parte central norte del municipio; la Sierra San Felipe con 450 km^2 y una altura de 1,000 m, se encuentra ubicada al sur del municipio; la Sierra Las Tinajas, localizada en la parte central, tiene una superficie de 234 km^2 y una elevación de 1,000 m; la Sierra Las Pintas con una superficie de 217 km^2 y una altura de 700 m, se localiza en la parte central sur del municipio.

b. Hidrografía.

Las principales corrientes que existen en la región son, el Río Colorado, el Río Hardy y el Río Nuevo. El primero presenta un escurrimiento medio anual de 1,850 millones de m^3, cuyo destino es el distrito de riego No. 14; dotación de agua potable para la Ciudad de Mexicali, zonas urbanas del Valle y la Ciudad de Tijuana por medio del ducto Río Colorado-Tijuana. Las corrientes del Río Hardy y Río Nuevo, han sido producidas por drenajes agrícolas de la región.

c. Características y Uso del Suelo.

Los suelos predominantes en el Valle de Mexicali son los llamados yermosoles y xerosoles, característicos de zonas áridas y semiáridas, pobres en materia orgánica, los cuales con agua de riego y fertilización adecuada son capaces de elevada producción agrícola. Así, sólo el 62% de la superficie del valle es susceptible de explotación agrícola. El grado de mecanización agrícola es de los más avanzados en esta tecnología.

El uso del suelo es agrícola, industrial y turístico. El agrícola está concentrado en el Valle de Mexicali con más de 200 mil ha de tierras fértiles, que está clasificado en los de alta productividad,

mediana, baja y muy baja. El de mediana productividad ocupa el primer lugar en producción, le sigue el de alta productividad.

El industrial se encuentra concentrado en la zona urbana, algunas empresas están ubicadas a lo largo de la vía del ferrocarril y por lo regular son industrias de transformación. El turístico está ubicado principalmente en el Río Hardy y el Puerto de San Felipe.

d. Condiciones Meteorológicas.

La Ciudad de Mexicali presenta una baja precipitación anual, cielos claros y tiempo cálido la mayor parte del año, debido en gran parte al régimen casi estacionario de la celda de alta presión atmosférica que prevalece en la región. Sin embargo, por estar localizada en una zona de transición entre latitudes medias y subtropicales tiene una gran variabilidad climática, ocasionada por los flujos de circulación estacional. A fenómenos como El Niño se le asocia una clara interconexión con inviernos húmedos, siendo el caso opuesto cuando se presenta La Niña. Otra importante característica, que lo diferencia de la zona occidental del Estado de Baja California, es el monzón de verano que con su flujo húmedo puede ocasionar lluvias y tormentas eléctricas, sobre todo en los meses de julio y agosto.

El clima predominante, de acuerdo a la clasificación de Köppen, es del tipo BW seco desértico en su variante fría. Lo que quiere decir que es un clima seco y caliente, con temperaturas extremas durante el verano y el invierno. La temperatura media anual es de 21°C a 23°C, pero en el verano, en los meses de junio a septiembre la temperatura media máxima es superior a 30°C. En junio, es el mes más caluroso, con temperatura media máxima de 41°C a 43°C. El mes de enero es el mes más frío, la temperatura media mensual es de 11°C a 14°C. Se han registrado grandes contrastes térmicos en Mexicali, con temperaturas tan altas como 54.3°C, y tan bajas como -7.0°C.

En general, la precipitación en Mexicali, es sumamente baja, ya que presenta un total anual de 72 mm. La marcha mensual de humedad relativa presenta un comportamiento semejante al de la precipitación; la humedad relativa promedio anual es de 46%; diciembre y enero son los meses de mayor humedad relativa promedio con 60% y 54%, respectivamente, mientras que mayo y junio son los de menor humedad promedio con tan sólo 36% y 33%, y al igual que en la marcha de la precipitación, se observa un período ascendente que culmina en el mes de agosto con 50%.

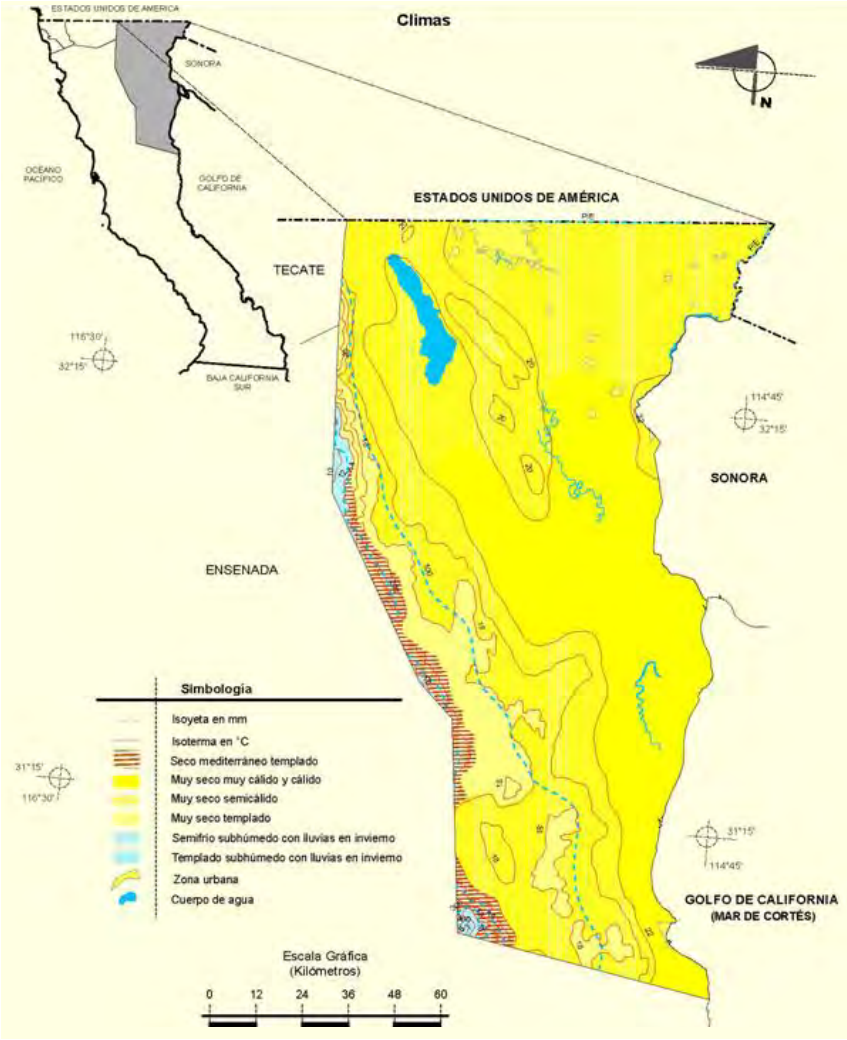


Figura 2. Clima de Mexicali

Fuente: INEGI ,2009 Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Mexicali, B.C.

El régimen de vientos que afecta a Mexicali, en general, tiene un comportamiento estacional; desde principios de otoño y hasta mediados de primavera prevalece un flujo de aire marítimo modificado del noroeste. Este flujo está asociado con el campo de la alta presión del Pacífico noroeste, que en esta temporada tiene su máximo desplazamiento hacia el sur. Este flujo del noroeste se ve reforzado cuando un sistema frontal atraviesa la región, ya que se intensifica el gradiente de presión que acompaña a estos sistemas frontales.

2. Aspectos Socioeconómicos.

a. Dinámica Urbana.

Con el establecimiento del Tratado Internacional de Límites y Aguas en 1944, y la apertura del mercado de exportación de productos agrícolas y en especial el de la cerveza, se generó un repunte en la economía, situación que convirtió a Baja California de territorio en estado.

A partir de la década de los cuarenta, la Ciudad de Mexicali se transforma de una ciudad sustentada en una base económica agrícola, en una ciudad con mayor diversificación, donde el sector secundario y de servicios, con el inicio de esta nueva dinámica económica se modifica la fisonomía tanto física como socioeconómica local. Agregado a esto, el fenómeno de la subcontratación internacional de los sesentas, hace que el sector agrícola sea desplazado en la economía regional para dar paso a la instalación de industrias maquiladoras en las áreas urbanas del estado. Esta situación modifica el territorio estatal en tres sentidos, la distribución espacial de la población pasa de un patrón de dispersión rural a uno de concentración urbana en la cabecera municipal, el centro de la actividad económica pasa del sector primario al secundario y de servicios, y se produce un cambio significativo en niveles de bienestar de la población regional respecto al nacional (Estrella y Ranfla, 1996).

El resultado de la transformación sectorial de décadas pasadas, se manifiesta en una reorganización interna y en una reconfiguración de la estructura territorial entre la ciudad y su espacio circundante. Estos cambios y los flujos derivados de tal estructuración permiten identificar a una ciudad y región de grandes extensiones; es decir, una tendencia a desarrollar varios centros de escala regional y local, ya que se dispone de grandes ejes de articulación y una proporción importante de automóviles en relación con la población residente.

La convergencia de los elementos antes descritos subraya la capacidad de adaptación de la ciudad frente a los continuos cambios y su tendencia a convertirse en un centro urbano con actividades de mayor especialización. Los cambios recientes y el aumento de participación de los sectores secundario y terciario, le otorgan condiciones favorables para su inserción en los procesos de modernización y competitividad, constituyendo así un centro importante en el contexto de las actuales estrategias de las grandes empresas, ya que cuenta con una infraestructura que facilita los flujos de personas y mercancías entre la ciudad y su región, así como el disponer y promover una infraestructura que satisface las necesidades de las actividades industriales y comerciales, como lo indica la apertura de una segunda garita fronteriza entre México y los EUA al este de Mexicali.

El proceso de expansión urbana producido por el contexto económico en el que está inmersa la ciudad, se traduce en incremento de asentamientos humanos en forma de colonias y la actividad industrial no contempladas en la planeación del desarrollo urbano, acumulando déficit en el sector hidráulico, de vivienda, vialidad y transporte, y especialmente en el sector ambiental, provocando mezclas de usos urbanos incompatibles que crean una gran variedad de riesgos potenciales y situaciones conflictivas para la población residente y las infraestructuras urbanas en la ciudad (González, 1994).

En la actualidad, la ciudad presenta tres zonas importantes de crecimiento, localizadas en la periferia: la primera, hacia el sureste conocida como Nuevo Mexicali, donde predominan los conjuntos habitacionales de interés social, parques industriales orientados a la exportación dada su cercanía con la nueva garita y centros comerciales y de servicios; la segunda, ubicada al sur de la Carretera Unión en las inmediaciones de las Lagunas México y Xochimilco, con fraccionamientos populares progresivos y de interés social con limitaciones en la dotación de infraestructura y escasos servicios comerciales y de servicios. La tercera, localizada al poniente, orientada al desarrollo de fraccionamientos habitacionales populares progresivos y algunos de interés social y parques industriales. Al igual que la zona anterior presenta limitaciones en dotación de infraestructura, comercio y servicios.

b. Dinámica Económica.

Durante poco menos de un siglo, la participación de la agricultura en la economía local disminuyó respecto a su Producto Interno Bruto (PIB), mientras que las actividades industriales ampliaron gradualmente su volumen de producción, debido a su diversificación e integración con los procesos mundiales.

En el desarrollo de la industria regional se identifican tres etapas: la primera corresponde a la industria que se derivó de la agricultura, durante prácticamente las primeras cinco décadas; la segunda se refiere a la industria que surgió asociada con los procesos internacionales de producción en la década de los años sesenta; y la tercera etapa, a la industria inmersa en el proceso de integración productiva y comercial derivado del TLCAN e instalación acelerada de conglomerados productivos de gran escala y orientados a la exportación para ese amplio mercado. Por ello, la ciudad se caracteriza por una integración con los espacios globales de organización económica.

Para los noventa esta trayectoria económica, se mueve a partir de la exportación e importación de bienes de consumo, como resultado del elevado nivel de exposición con el exterior del país. Esta dinámica económica regional de la ciudad en los noventa, genero impactos; por un lado, en la

balanza de intercambios comerciales, pero también en una balanza de movimientos migratorios, y en menor medida, de capitales que transformaron el funcionamiento de la economía local de la Ciudad de Mexicali.

La estructura industrial productiva de Mexicali, está constituida principalmente por las industrias extractivas y manufactureras. El sector de servicios, se caracteriza por el desarrollo de actividades de apoyo a las demás actividades productivas, que responde a las nuevas tendencias de organización industrial. En el caso del sector de comercio y servicios, se distingue el peso que adquieren las actividades de apoyo y conocimiento acumulado, en la formación de capital social especializado.

Para la planta productiva, la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica y la exportación, junto con la disponibilidad de agua le dan una ventaja de localización al municipio en relación con el resto del Estado de Baja California.

Uno de los campos que ha impulsado el desarrollo económico regional, ha sido el desarrollo tecnológico que se ha presentado con mayor dinámica y vanguardia es el sector secundario, principalmente en aquel orientado a la industria de exportación.

Las industria manufacturera mexicalense, mediante sus encadenamientos directos hacia atrás, estimula la producción de las ramas de las que requieren insumos, como en los sectores de: silvicultura y pesca, ganadería, canteras, arena, grava y arcilla, otros minerales no metálicos, alimentos para animales, otros productos alimenticios, otras industrias textiles, cuero y sus productos, otras industrias de la madera, papel y cartón, artículos de plástico, vidrio y sus productos, otros productos minerales no metálicos, entre otros (Sosa, 2006).

c. Dinámica Demográfica.

Actualmente, la Ciudad de Mexicali y su región, mantienen la inercia demográfica de los noventa, situación que se manifiesta con el inicio de un nuevo ciclo de reactivación del crecimiento social, así como también la capacidad de atracción de migrantes en base a las ventajas competitivas que ofrece su localización en la geografía económica nacional e internacional (Estrella y Ranfla, 1996).

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 1990 (INEGI, 1991) y el del 2000 (INEGI, 2001; CONAPO, 2003), en 1990 el área urbana de Mexicali contaba una población de 453 mil hab.; para 1995 alcanzó los 505 mil hab. y en el 2000 la población llegó aproximadamente a 779 mil hab., distribuidos en una superficie de más de 20 mil ha, población que experimentó una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 3% entre 1990 y 2000, mayor a la del periodo 1980-1990 que fue de 2%. Según con el estudio de Evaluación de Niveles de Bienestar Mexicali 1998, este se debió al

fenómeno de expulsión de la población municipal hacia otras ciudades del estado. Conforme a los datos del Censo del 2010, la población del Municipio de Mexicali fue mayor a 936 mil hab. y para la entidad federativa de 3 millones de hab., lo que implica que un 30% de la población del estado tiene asentamiento en la Ciudad de Mexicali (INEGI, 2010).

Este repunte en el crecimiento se encuentra ligado al auge que mantiene el sector industrial de Mexicali desde la década pasada. Para el 2000, esta situación de concentración urbana albergaba el 73% de la población del municipio en el área urbana de Mexicali, mientras que alrededor del 8% habita en poblados integrados a la mancha urbana, el resto en comunidades pequeñas distribuidas en el área agrícola del Valle de Mexicali.

II. Gestión de la Calidad del Aire en Mexicali.

A. Normas de Calidad del Aire.

En el año de 1994, el gobierno federal estableció normas de concentraciones de los contaminantes atmosféricos, con el objeto de proporcionar un margen adecuado de seguridad en la protección de la salud de la población en general y de los grupos de mayor susceptibilidad en particular. En su diseño, no se tomaron en cuenta como factores determinantes los aspectos económicos y tecnológicos. Las normas vigentes de calidad del aire fueron publicadas por la Secretaría de Salud (SSA), en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 23 de diciembre de 1994, aunque algunas han sido actualizadas a medida que avanza la investigación en calidad del aire y su efecto en la salud.

Las normas de calidad del aire, fijan valores máximos permisibles de concentración de los contaminantes comúnmente presentes en las áreas urbanas. Cuando se elaboraron las normas, en México no existían los recursos ni la infraestructura para realizar estudios epidemiológicos, toxicológicos y de exposición, ni en animales, ni en seres humanos, por lo que las normas se establecieron fundamentalmente tomando en cuenta los criterios y estándares adoptados en otros países del mundo. Actualmente la SSA realiza estudios epidemiológicos que valoran la relación dosis/respuesta, entre los diferentes contaminantes y la salud de la población en algunas zonas del país.

Los contaminantes presentes en el aire de Mexicali se miden a través de procedimientos estandarizados en el ámbito internacional, los cuales permiten obtener información que proporciona valores representativos de la calidad del aire que se respira en la ciudad. El avance en la tecnología y en el conocimiento científico sobre los efectos de la contaminación en la salud, marca una tendencia a equipar las estaciones de análisis continuo con sensores remotos de largo alcance y con instrumentos de medición de otros compuestos tóxicos.

En la Tabla 1, se resumen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vigentes para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a ozono (O_3), bióxido de azufre (SO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y plomo (Pb).

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas vigentes para evaluar la calidad del aire ambiente.

Contaminante	Valores Limites			
	Exposición Aguda		Exposición Crónica	
	Concentración y Tiempo Promedio	Frecuencia Máxima Aceptable	Para protección de la Salud de la Población Susceptible	Normas Oficiales Mexicanas
Ozono (O_3)	0.11 ppm - 1 h (216 µg/m^3)	1 vez al año	----------	NOM-020-SSA1-1993
	0.08 ppm – 8 h (157 µg/m^3)	Quinto máximo en un año		
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm – 8 h (12595 µg/m^3)	1 vez al año	----------	NOM-021-SSA1-1993
Bióxido de azufre (SO_2)	0.110 ppm – 24 h (288 µg/m^3)	1 vez al año	0.025 ppm (promedio anual) (66 µg/m^3)	NOM-022-SSA1-2010*
	0.200 ppm – 8 h (524 µg/m^3)	No rebasar 2 veces al año	----------	
Bióxido de nitrógeno (NO_2)	0.21 ppm - 1 h (341 µg/m^3)	1 vez al año	----------	NOM-023-SSA1-1993
Partículas suspendidas totales (PST)	210 µg/m^3 (percentil 98 del promedio de 24 h)	24 h	----------	NOM-024-SSA1-1993
Partículas con diámetro menor a 10 µm (PM_{10})	120 µg/m^3 (percentil 98 del promedio de 24 h)	24 h	50 µg/m^3 (promedio aritmético anual)	NOM-025-SSA1-1993
Partículas con diámetro menor a 2.5 µm ($PM_{2.5}$)	65 µg/m^3 (percentil 98 promedio de 24 h)	24 h	15 µg/m^3 (promedio aritmético anual)	NOM-025-SSA1 1993
Plomo (Pb)	----------	----------	15 µg/m^3 (promedio aritmético en 3 meses)	NOM-026-SSA1-1993

Fuente: SINAICA 2006 y Diario Oficial de la Federación 2010*

B. Gestión Binacional del Medio Ambiente.

En la gestión de la calidad del aire de la Cuenca Binacional de Mexicali - Valle Imperial, se trabaja en forma conjunta entre las diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno para alcanzar las metas fijadas en los proyectos. Estas acciones son coordinadas por la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el Estado, quien es la dependencia que preside las reuniones de calidad del aire. Para cumplir con las tareas que le competen, se apoya en la Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental (SGPA) y con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

En la Delegación de SEMARNAT se reciben las Cédulas de Operación Anual (COA) que sirven para integrar el inventario de emisiones del sector industrial de competencia federal. La PROFEPA se encarga de hacer la verificación del cumplimiento normativo en el sector industrial para que las emisiones que generan las diferentes industrias se encuentren dentro de norma.

El Gobierno del Estado, a través de la Secretaría de Protección al Ambiente (SPA), regula las fuentes de jurisdicción estatal, y la Dirección de Ecología del Municipio es responsable de regular las actividades comerciales y de servicio.

1. Acuerdo de La Paz de 1983.

Los esfuerzos formales conjuntos entre México y los EUA para proteger y mejorar el ambiente en la zona fronteriza comenzaron en 1983, con la firma del *Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos para la Protección y el Mejoramiento del Ambiente en la Zona Fronteriza*, conocido como "Acuerdo de La Paz". Este Acuerdo establece una serie de objetivos en materia de cooperación ambiental fronteriza, un mecanismo para acuerdos adicionales, anexos y acciones técnicas, y la realización de reuniones de alto nivel y de técnicas especiales para promover y fomentar la cooperación entre ambos países; de igual manera establece procedimientos de comunicación formal entre los dos países y ordena que se nombren sendos coordinadores nacionales para dirigir y supervisar su puesta en práctica.

El Acuerdo de La Paz regula el marco de cooperación entre las autoridades mexicanas y las estadounidenses para prevenir, reducir y eliminar fuentes de contaminación del aire, agua y suelo en una zona de 100 km de ancho de cada lado de la frontera internacional (el cual ya se extendió a 300 km en la parte mexicana para gestión de proyectos locales).

El Acuerdo crea la estructura general según la cual deben aplicarse los proyectos específicos señalados en sus cinco anexos técnicos. Algunos aspectos de calidad del aire se abordan en el Anexo IV *Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre contaminación transfronteriza del aire causada por las fundidoras de cobre a lo largo de su frontera común*, y en el Anexo V: *Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América relativo al transporte internacional de contaminación del aire urbano.* Al amparo de este convenio se han instrumentado el Programa Integral Ambiental Fronterizo 1992-1994, el Programa Frontera XXI y el Programa Frontera 2012. Cabe mencionar que todas las actividades binacionales en materia de contaminación del aire, se realizan actualmente a través del Foro de Política del Aire.

2. Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) 1992-1994.

A partir de la firma del Acuerdo de La Paz, se iniciaron una serie de actividades técnicas que fueron canalizadas e incorporadas en el *Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) 1992-1994*, dado a conocer en febrero de 1992. En esa etapa de cooperación, el PIAF se propuso enfrentar los problemas ambientales más serios que existían en el área fronteriza, y se reconoció que existía un conocimiento incompleto de las condiciones ambientales a lo largo de la frontera, por lo que se consideró como un plan que iría evolucionando a la luz de los nuevos conocimientos que se fueran adquiriendo en su desarrollo.

El PIAF también reconoció que su éxito dependía del esfuerzo colectivo, y que era necesaria la actuación de los gobiernos estatales y municipales, de las empresas y asociaciones comerciales, de las organizaciones no gubernamentales (ONG), de las instituciones educativas y de la propia población, para llegar a un buen logro de las metas planteadas. Los objetivos que se trazó el PIAF fueron:

- Fortalecimiento del cumplimiento de la legislación existente.
- Reducción de la contaminación mediante nuevas iniciativas.
- Incremento en la cooperación para planeación, capacitación y educación.
- Mayor conocimiento del ambiente de la frontera.

Entre las acciones relevantes que involucran el aspecto de calidad del aire, se tuvieron la creación de los grupos de trabajo para el cumplimiento de las reglamentaciones ambientales, la prevención de la contaminación, y en particular las acciones encaminadas a reducir la contaminación mediante nuevas iniciativas en el control de fuentes industriales. Así mismo, se establecieron programas de pavimentación para reducir las emisiones de partículas y el mejoramiento de caminos, puentes y la circulación de vehículos, sobre todo en áreas urbanas de tráfico intenso. En lo específico, el PIAF permitió dar inicio a una serie de actividades conjuntas en la Región Mexicali-Valle Imperial, como fueron los primeros estudios para caracterizar la calidad del aire.

3. Programa Frontera XXI.

El Anexo V del Acuerdo de La Paz permite tanto a México como a los EUA, evaluar las causas y formular soluciones a los problemas de calidad del aire en las ciudades hermanas fronterizas. El Programa Frontera XXI, dado a conocer en diciembre de 1996, representó un nuevo esfuerzo binacional innovador que agrupa a las diversas entidades federales responsables del medio ambiente fronterizo, tanto de México como de los EUA, para trabajar en colaboración por el

cumplimiento del objetivo común del desarrollo sustentable, mediante la protección a la salud humana, el medio ambiente, así como el manejo adecuado de los recursos naturales propios de cada país.

El Programa Frontera XXI definió objetivos ambientales de mediano y largo plazo así como sus mecanismos de implementación para la región fronteriza; es el producto de una amplia consulta pública que incluye a la ciudadanía, los gobiernos estatales, locales, dependencias federales, organizaciones no gubernamentales y consejos consultivos. Durante su elaboración se realizaron esfuerzos importantes para incorporar los comentarios del público.

El Programa también reflejó el nuevo arreglo institucional creado con la firma del TLCAN en 1993 y supone una estrecha coordinación con la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), instituciones que buscan apoyar el desarrollo de la infraestructura ambiental en la frontera. Así mismo, Frontera XXI coordinó sus esfuerzos con la Comisión de Cooperación Ambiental, que surgió también en el marco del TLCAN para promover la cooperación ambiental en la región.

4. Programa Frontera 2012.

Con la activa participación de los diez estados fronterizos y las tribus fronterizas de los EUA y la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA), conjuntamente con otras dependencias federales, incluyendo la SSA, y su contraparte estadounidense, el Departamento de Salud y Servicios Humanos (USDHHS), han desarrollado el Programa Frontera 2012 para proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México-Estados Unidos.

Con un alcance de 10 años, el Programa Frontera 2012 enfatiza un enfoque regional, anticipando que la toma de decisiones, la definición de prioridades y la instrumentación de proyectos a nivel local, es la mejor manera de atender los problemas ambientales en la región fronteriza. El Programa reúne a una gran cantidad de interesados para generar acciones prioritarias y sostenidas considerando las necesidades ambientales de las diferentes comunidades fronterizas. Las partes involucradas en el grupo de trabajo de calidad del aire de Frontera 2012, buscan a través de este Programa una mayor colaboración entre las entidades ambientales fronterizas de los diferentes niveles de gobierno, con objeto de mejorar la calidad del aire de la zona fronteriza entre México y los EUA. Para este propósito, el grupo de trabajo continúa sus esfuerzos a través de los equipos de trabajo, siendo uno de ellos el de Calidad del Aire de Mexicali y Valle Imperial.

Dentro de los trabajos de calidad del aire, participa la Región IX de la USEPA (Region-Pacific Southwest, que comprende los Estados de California, Arizona, Nevada, Hawái, islas del Pacífico y 147 tribus, y cuya sede está en la Ciudad de San Francisco) que ha apoyado activamente la instalación y operación de la Red de Monitoreo Atmosférico, y ha otorgado recursos a la Asociación de Gobernadores del Oeste (Western Governors' Association, WGA) para el desarrollo del inventario de emisiones, y a otros organismos como el Centro de Información sobre Contaminación de Aire (CICA) para llevar a cabo otros estudios. La Dirección de Recursos Atmosféricos del Estado de California (California Air Resources Board, CARB) es el organismo estatal norteamericano que ha supervisado la operación de la red de monitoreo de esta ciudad y participa en los proyectos de calidad del aire que se realizan en la cuenca binacional.

La SEMARNAT y la USEPA, han desarrollado respectivamente estrategias nacionales para mejorar la calidad del aire; dichas estrategias están basadas en las normas aplicables a los contaminantes criterio de la calidad del aire para cada país. Ambos cuentan con sus propias normas para el CO, SO_2, NO_2, O_3, PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Los objetivos y metas del Programa Frontera 2012 fueron definidos para enfrentar los serios retos ambientales y de salud de la región fronteriza.

- Reducir la contaminación del agua.
- Reducir la contaminación del aire.
- Reducir la contaminación del suelo.
- Mejorar la salud ambiental.
- Reducir la exposición a sustancias químicas como resultado de descargas accidentales y/o actos de terrorismo.
- Mejorar el desempeño ambiental mediante la aplicación y el cumplimiento de la ley, la prevención de la contaminación y la promoción de la gestión ambiental responsable.

Para lograr estos objetivos y metas Frontera 2012 utiliza una variedad de herramientas. El siguiente listado de herramientas ha sido identificado para destacar su importancia, más no pretende ser exhaustivo.

- Técnicas de prevención de la contaminación.
- Acciones de salud pública.
- Gestión sustentable de recursos hídricos.

- Información ambiental.
- Desarrollo de políticas y normatividad.
- Asistencia para la aplicación y el cumplimiento de la ley.
- Educación ambiental y capacitación.
- Planificación y desarrollo de infraestructura ambiental.

Durante el desarrollo del documento Frontera 2012, los residentes de la franja fronteriza identificaron una variedad de asuntos de interés regional. Un intenso proceso de consulta pública brindó a los habitantes de las comunidades fronterizas la oportunidad de discutir temas de importancia local desde su propia perspectiva. Muchas actividades de Frontera 2012 han sido instrumentadas a partir de los comentarios emitidos por las comunidades locales. Al compartir problemas comunes, estas regiones se agruparon como: Baja California-California, Sonora-Arizona, Chihuahua-Texas-Nuevo México y Coahuila-Nuevo León-Tamaulipas-Texas.

Los coordinadores nacionales de la SEMARNAT y de la USEPA, guían y supervisan tres tipos de instancias coordinadoras: *Grupos de Trabajo Regionales* [BC-CA; SON-AZ; Chih-NM-TX; Coahuila-NL-Tamaulipas-TX]; *Grupos de Trabajo Fronterizo* [Salud Ambiental, Prevención y Respuesta a Emergencias, y Cooperación para la Aplicación y Cumplimiento de la Ley] y *Foros de Política* [Aire, Agua y Residuos Sólidos y Peligrosos] y sus respectivos *Equipos de Trabajo*. Cada una de estas instancias trabajará en temas fronterizos aplicando perspectivas diversas pero a fin de cuentas complementarias.

El Equipo de Trabajo de Calidad del Aire lleva a cabo sus actividades a través de subgrupos de trabajo constituidos por pares de ciudades hermanas, y con proyectos cuyos objetivos se extienden a lo largo de la frontera. Continúa con los esfuerzos regionales para promover y reforzar las redes de monitoreo de la calidad del aire, elaborar inventarios de emisiones y modelar la calidad del aire para analizar la dispersión y formación de los contaminantes, también promueve la creación de programas y estrategias de mejoramiento de la calidad del aire que sirven como herramientas a los administradores ambientales locales para caracterizar las interrelaciones entre la calidad del aire, el uso del suelo, la planificación del transporte y el desarrollo económico.

5. Programas del Consorcio para la Investigación y Política Ambiental del Suroeste (CIPAS)

El Consorcio para la Investigación y Política Ambiental del Suroeste (CIPAS) es una organización apoyada por la USEPA. Está integrada por diez universidades, cinco de los EUA y cinco de México,

situadas la mayoría de ellas en la frontera México - Americana: Universidad Autónoma de Baja California, Universidad del Estado de San Diego, Universidad de Arizona, Universidad del Nuevo México, ITESM, Universidad de Utah, Universidad de Texas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Su objetivo es atacar problemas ambientales en la frontera México-Americana[2]. Muchos de ellos tienen que ver con la calidad del aire.

C. Programa para Mejorar la Calidad del Aire de Mexicali 2000-2005.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de Mexicali 2000-2005 representa el esfuerzo conjunto de la sociedad, del sector económico local y de las autoridades mexicanas y estadounidenses para diseñar e implantar un conjunto de acciones con la finalidad de mejorar la calidad del aire de la región.

De la implementación de este Programa se enlistan los logros alcanzados:

- **Incorporación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire a la Administración del Estado de Baja California.** El 24 de junio de 2004 se firmó en Tijuana, Baja California el acuerdo de colaboración entre la SEMARNAT y la USEPA para la transferencia de la Red de Monitoreo de Mexicali, Tijuana, Tecate y Rosarito para el año 2006. Cuando los monitores de calidad del aire iniciaron su operación en 1997 fueron administrados y financiados por la USEPA. Desde junio del 2007 el Gobierno del Estado ha tomado la red bajo su administración. La información al público sobre el estado de la calidad del aire es en tiempo casi real, se muestra el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) de todos los contaminantes, además de recomendaciones para proteger la salud de la comunidad en caso de un aire no saludable. Los datos colectados por las estaciones de monitoreo sobre la calidad del aire pueden ser consultados en Internet[3], así como la información de la calidad del aire de Valle Imperial.[4] Para el caso del Valle de Mexicali, la información sobre la calidad del aire se exhibe de manera permanente en una versión cruda antes de sea validada.[5]
- **Desarrollo de un estudio integral y mejora del transporte público**. La municipalidad de Mexicali ha mejorado su sistema de transporte después de varios estudios (UABC, 2004) que se han llevado a cabo tales como: el estudio integral del tránsito y transporte urbano en 2002; la determinación de las nuevas rutas de autobuses en 2004; la actualización del tránsito y sistema de transporte público de Mexicali en el 2007. Estos proyectos dieron

[2] http: //www.scerp.org
[3]
[4]
[5] http://www.sinaica.ine.mx

como resultado la adquisición de 200 autobuses nuevos equipados con aire acondicionado, y otros de años recientes que aunque el boleto del pasaje fue más caro, dio una característica diferente al transporte urbano en la ciudad y trajo a colación una mejora en la calidad del aire. A la fecha existen alrededor de medio centenar de líneas de autobuses urbanos en la ciudad. Todavía hay 400 autobuses viejos del tipo escolar que circulan por la ciudad, que se usan para el transporte de personal de la industria maquiladora (Galindo, 2011).

- **Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire (PIPCA).** A nivel estatal el PIPCA, ha sido aplicado a los cinco municipios del Estado. Este proyecto está a cargo de la Junta Urbana de Mexicali que es parte de la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUE). El proyecto ha sido financiado por el BDAN. Se hizo un cálculo tomando en consideración factores de emisión de ciudades en California, EUA, similares a Mexicali. Se realizó un cálculo de reducción de emisiones de material particulado por la pavimentación tomando en cuenta factores de emisiones de la USEPA. (UABC, 2004)
- **Programa de Reforestación de Mexicali**. Se estableció un programa de reforestación en Mexicali por la municipalidad en 2004, mediante el cual se plantaron 40 mil árboles en la ciudad por año. Mexicali está caracterizado por ser un área desértica convertida en agrícola.
- **Inventario de emisiones de los seis estados fronterizos.** El primer inventario de emisiones de Mexicali se llevó a cabo usando información de 1996. La Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA), la USEPA, la WGA y la SEMARNAT financiaron una actualización que ha sido publicado en el Inventario Nacional de Emisiones de México con información base de 1999 que incluyó a los seis estados fronterizos mexicanos. (SEMARNAT, 2006)

Cabe mencionar, que las acciones pendientes, han sido contempladas en el presente ProAire 2011-2020 a fin de llevarlas a buen término, entre las que se encuentran:

- Llevar a cabo un diagnóstico del impacto ambiental de las emisiones generadas por la industria generadora de energía eléctrica.
- Programa para recuperar vapores en terminales de almacenamiento y estaciones de servicios de gasolina
- Desarrollo de un programa fiscal para la población, instituciones y organismos para promover la prevención y los programas de control de la contaminación.
- Reglamento de emisión de contaminantes a nivel municipal.
- La importación de automóviles de segunda mano de los Estados Unidos.
- Programa de vigilancia epidemiológico asociada a la contaminación.

III. Diagnóstico de la Calidad del Aire.

A. Red de Monitoreo Atmosférico de Mexicali.

La Red de Monitoreo Atmosférico de Mexicali comenzó en julio de 1996, que consistió en los trabajos de instalación, configuración y pruebas de aceptación de funcionamiento de los equipos. Su operación inicia en enero de 1997, dentro del marco de cooperación del Programa Frontera XXI con recursos de la USEPA, la CARB y la participación de la SEMARNAT. Inicialmente fue operado y financiado por la Agencia Estatal de California, pero desde junio de 2006, la Secretaria de Protección al Ambiente (SPA) del Gobierno del Estado de Baja California es la encargada de su administración. Se cuenta con la supervisión de la CARB, para la calibración y buen funcionamiento del equipo.

La Red de Monitoreo Atmosférico de Mexicali, está conformada por siete estaciones, de las cuales cinco monitorean de manera automática O_3, NO_2, CO, SO_2, $PM_{2.5}$ y algunos parámetros meteorológicos como: temperatura, humedad, dirección y velocidad del viento; además de muestrearse manualmente las PM_{10}. En las dos estaciones restantes únicamente son muestreadas las PM_{10}. Se tiene como antecedente que en el año de 2001 se dejaron de medir las partículas suspendidas totales (PST) en las estaciones existentes. En la siguiente figura se puede observar la distribución tanto de las estaciones mixtas: UABC (Universidad Autónoma de Baja California), COBACH (Colegio de Bachilleres), ITM (Instituto Tecnológico de Mexicali) y Campestre; como las de monitoreo manual: CONALEP (Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica) y Progreso.

Figura 3.Red de Monitoreo Atmosférico de Mexicali.
Fuente: 2011 – Google Earth.

Los datos generados por la operación de la Red de Monitoreo se transmiten directamente vía Internet a las oficinas de la SPA y del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA). La SPA valida los datos cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por la USEPA, y posteriormente ser enviados al Sistema AQS (Air Quality System , por sus siglas en inglés) para ser consultados por ambos gobiernos. Por su parte, el SINAICA publica los datos en su página de internet y al mismo son enviados a la empresa Sonoma Technology para ser actualizados en el sitio web de la SPA.

1. Estación de Monitoreo UABC.

La Estación de Monitoreo UABC, se encuentra en los terrenos propiedad de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Entre las construcciones aledañas se encuentra una unidad deportiva, la Escuela Normal Fronteriza y fraccionamientos residenciales.

La instrumentación analítica se ubica en el Laboratorio de Meteorología del Instituto de Ingeniería de la UABC y consta de DASIBI 3008 para determinación de CO; TECO 43 para SO_2; DASIBI 1003-AH para O_3; TECO 42 para NO_x; adicionalmente se cuenta con un muestreador manual de alto volumen WEDDING de PM_{10}. La Estación UABC incorporó la medición de las PM_{10} en febrero de 1997 de manera manual y en el año de 2003 se instaló un equipo automático de medición BAM para medir PM_{10} y $PM_{2.5}$.

2. Estación de Monitoreo COBACH.

La Estación COBACH se ubica en el Colegio de Bachilleres. La zona es de tipo mixto (industrial, habitacional, comercial y de servicios), poblada y céntrica, con zona erosionada a 20 m, cercana a campos deportivos, estacionamiento y áreas verdes con alta circulación vehicular a 20 m y con industria a 3 km. La instrumentación se encuentra en las aulas del Colegio y consta de: MONITORING LABS 8830 para determinación de CO, MONITORING LABS 8850 para SO_2, TECO 49 para O_3, TECO 42 para NOx y muestreador manual de alto volumen WEDDING de PM_{10}. Las PM_{10} comenzaron a medirse en mayo de 1997.

3. Estación de Monitoreo ITM.

La Estación ITM inició sus operaciones en noviembre de 1996, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Mexicali (ITM). La zona donde se encuentra es de uso mixto (industrial, comercial, de vivienda y de servicios), medianamente poblada, fuera de la zona centro. Existen zonas erosionadas cercanas, con una baja circulación de vehículos en un radio de 50 m y alta circulación en la carretera a San Luis Río Colorado, Sonora, a más de 150 m del equipo. La toma de muestra de

aire se encuentra a una altura de 10 m. La instrumentación se ubica dentro de un aula del Instituto y consta de: DASIBI 3008 para determinación de CO; TECO 43 para SO_2; DASIBI 1003-AH para O_3; TECO 42 para NO_x y muestreador manual de alto volumen WEDDING de PM_{10}.

4. Estación de Monitoreo Campestre.

La Estación de Monitoreo Campestre empezó a operar en el 2004, y se ubica dentro del campus de la UABC, en las inmediaciones del Instituto de Investigaciones Veterinarias. Es una zona rural, medianamente poblada. La circulación de vehículos es muy baja, netamente local, parte de los residentes de la colonia Campestre y de los estudiantes e investigadores del instituto antes mencionado. El equipo analítico se encuentra en un cuarto que también abriga instrumentos de meteorología del Instituto de Ingeniería, y consta de: TECO 48, para determinación de CO, API 400E para O_3, API200E para NO_x y muestreador manual de alto volumen WEDDING de PM10.

La Estación Campestre, remplazó a la Estación de Monitoreo CBTIS 21, la cual comenzó su operación completa en febrero de 1997, dejando de operar en junio del 2002. Esta estación se ubicaba en las instalaciones del Centro de Bachillerato Industrial y de Servicios 21 (CBTIS). La toma de muestra de aire estaba a una altura de 15 m, circundada de pasto y concreto. La zona donde se estableció era de tipo mixto (industrial, comercial, de vivienda y de servicios), existían áreas erosionadas cercanas a unos 30 m, con una densidad poblacional media y alta circulación de vehículos a 50 m aproximadamente. Contaba con analizadores analíticos automáticos inicialmente montados dentro de una unidad móvil de monitoreo las cuales son: DASIBI 3008 para determinación de CO; TECO 43 para SO_2; DASIBI 1003-AH para O_3; TECO 42 para NO_x; adicionalmente se cuenta con un muestreador manual de alto volumen WEDDING de PM_{10}.

5. Estación de Monitoreo CESPM.

La estación CESPM inicia sus operaciones en junio de 2011 como resultado del estudio de "Evaluación de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire" debido a que en la zona entre las estaciones de COBACH y Campestre, no se contaba con estaciones de monitoreo, y en esta zona se desplazan las emisiones provenientes del sector industrial localizado en el suroeste de Mexicali de acuerdo al patrón de viento predominante. Ésta se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de la planta potabilizadora No. 3 de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM). Cuenta con analizadores analíticos automáticos Thermo 48i para determinación de CO, Thermo 42i para NOx, Thermo 49i para O_3, BAM 1020 para $PM_{2.5}$, y muestreador manual de alto volumen Tish de PM_{10}.

6. Estación de Monitoreo CONALEP.

La Estación CONALEP inició la medición de las PM_{10} en febrero de 1997 y se ubica en las instalaciones del CONALEP (Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica) No.1 en el Ejido Puebla, Valle de Mexicali. La zona es de baja densidad poblacional, se encuentra fuera de la zona céntrica, es un área altamente erosionada con campos agrícolas a 30 m y baja circulación vehicular local. La toma de muestra se encuentra a una altura de 6 m y el equipo existente es: WEDDING para medición de PM_{10}.

7. Estación de Monitoreo Progreso.

La Estación de Monitoreo Progreso (Centro de Salud) inició la medición de las PM_{10} hasta marzo de 1997. La zona es mixta (industrial, agrícola, de servicios, comercial y habitacional), con baja densidad poblacional fuera de zona urbana, áreas erosionadas a 200 m, baja circulación vehicular a 10 m (local cercana) y alta circulación a 200 m. La toma de muestra de aire se ubica a 6 m de altura. El equipo de monitoreo existente es: WEDDING para medición de PM_{10}.

B. Cuenca Atmosférica Mexicali - Valle Imperial.

Cuando se habla de una cuenca atmosférica, este término se refiere a una región con condiciones meteorológicas y geográficas similares, delimitada por obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas, etc.) que incluye las fuentes de emisiones y las áreas receptoras, de una manera tal que, dentro de ésta se modifica en forma similar la circulación general de la atmósfera sobre la superficie. Este tipo de circulación establece el transporte e intercambio de masas de aire dentro de la región, y por lo tanto es responsable de la dirección, transporte y dispersión o acumulación de contaminantes emitidos dentro de dicha cuenca.

La regiones de Mexicali y Valle Imperial comparten una cuenca atmosférica y las poblaciones de ambos valles tiene unas de las más altos índices de morbilidad de asma en ambos países. La contaminación del aire no puede ser mitigada a menos que los tomadores de decisiones colaboren en el diseño de una cuenca común. En ésta cuenca se identifica quién contamina, qué contamina, a dónde va la contaminación, dónde y porqué la contaminación ocurre, quién es afectado y cómo esta contaminación puede ser abatida. También puede producir oportunidades para establecer programas de intercambio de créditos de reducción de emisiones en la región fronteriza, ya que los resultados del proyecto les darían a los inversionistas información sobre las fuentes de contaminación y las fuerzas del mercado que pueden ser manejadas para producir tales intercambios.

1. Circulación Atmosférica Regional.

a. Circulación Atmosférica en Superficie.

La circulación atmosférica en superficie está regida, como ya se mencionó, principalmente por la celda casi-estacionaria de alta presión atmosférica del Pacífico noroeste. Este anticiclón es permanente por naturaleza, pero varía de posición según la estación del año. El centro promedio de esta área de alta presión se encuentra al sur del Golfo de Alaska. En invierno su posición es cercana a los 30° de latitud norte, y en verano su posición está entre los 35° y 40° de latitud norte. Es más fuerte durante el verano, cuando su influencia llega tan al norte que se puede sentir inclusive en Alaska. Durante el invierno, es generalmente más débil debido a la influencia del Ciclón Aleutiano sobre las latitudes del norte. En la siguiente figura se presenta su ubicación estacional. Esta celda de alta presión mantiene cielo soleado la mayor parte del año.

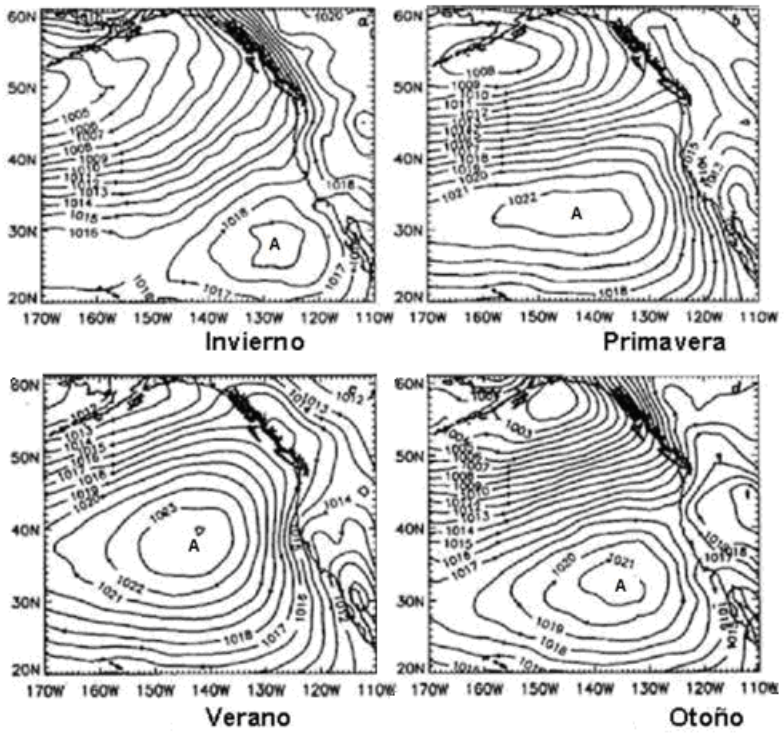


Figura 4. Presión atmosférica al nivel del mar durante las cuatro estaciones del año en el Pacífico Nor-Oriental.
Las flechas muestran indirectamente la dirección de los vientos dominantes.
Fuente: Strub y James, 2002.

Cuando esta celda se mueve hacia el sur durante el invierno, los sistemas de baja presión debilitados, procedentes del Pacífico noroeste, y la barrera orográfica al occidente de la región,

producen poca lluvia. En resumen, la combinación de aire subsidente, las montañas protectoras y su distancia del océano limitan severamente la precipitación. En Mexicali, la cantidad anual de precipitación es sumamente baja, y ha habido años en que la lluvia apenas llega a los 10 mm. El terreno plano del valle de Mexicali y los fuertes contrastes de temperatura creados por el intenso calentamiento solar en el verano producen vientos moderados y profunda convección térmica, y ocasionalmente experimenta períodos de fuertes vientos. Las direcciones predominantes son del norte, noroeste y oeste durante el invierno y la primavera, y del sur-sureste durante el verano; en el otoño se presenta gran porcentaje de calmas y vientos de transición.

Debido al pasaje normal de sistemas migratorios de tiempo en el invierno, se producen desviaciones significativas de estas condiciones meteorológicas generales. La interacción de estos sistemas atmosféricos con las montañas del oeste es muy importante para producir variaciones locales en el clima, así como en la distribución de condiciones meteorológicas específicas en cualquier día dado.

En los meses de invierno, los sistemas de tormentas extra tropicales y sus frentes fríos asociados atraviesan la región con una frecuencia promedio de 3 a 4 eventos por mes (García Cueto 1996).[6] Estos ciclones frontales explican la mayoría de la lluvia invernal y producen los vientos más intensos. Un caso típico de vientos muy fuertes, asociados a un pasaje frontal, se tuvieron el 18 de febrero de 2004 (figura 5), ya que localmente se registraron velocidades máximas de 50 km/h.

[6] http://montereybay.noaa.gov/sitechar/climfig2.html

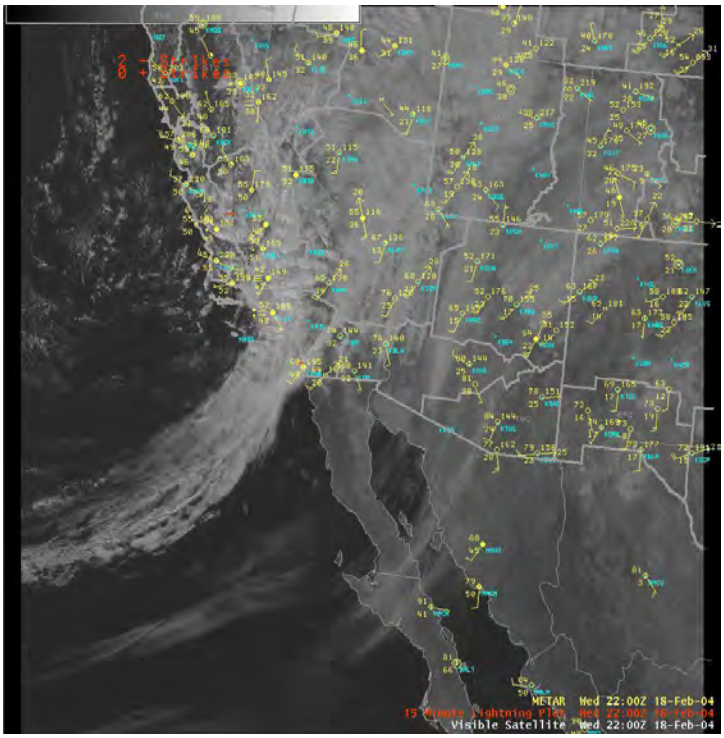


Figura 5. Imagen visible de las 2200 UTC del 18 de Febrero de 2004.

En el verano, principalmente en los meses de julio y agosto, se produce un cambio estacional en la dirección del viento de tal manera que en esta temporada se tienen vientos en la región de dirección sur-sureste. Este cambio en el flujo obedece al intenso calentamiento del aire superficial formando una baja térmica (thermal low) superficial, que contrasta fuertemente con la presión barométrica del Golfo de California (figura 6)

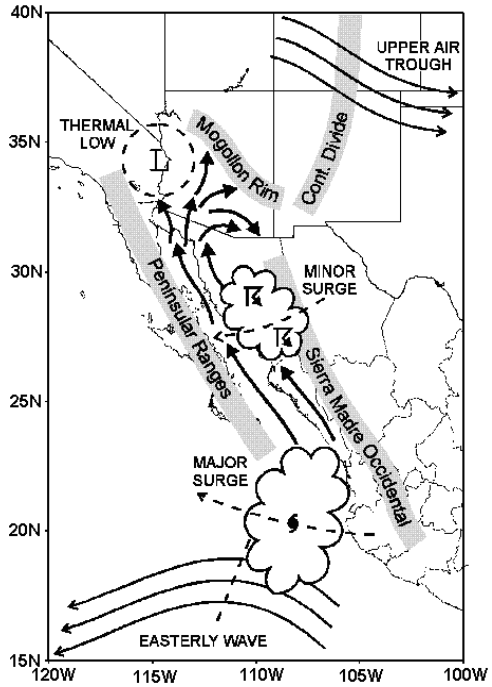


Figura 6. Modelo Conceptual de Surgencia del Golfo.
Fuente: Adams and Comrie 1997.

Esta circulación ciclónica fomenta los movimientos ascendentes del aire, pero debido a la sequedad del aire no se desarrolla nubosidad. De hecho este sistema es poco profundo, aproximadamente al nivel de 850 hPa, estableciéndose por encima de este nivel una circulación anticiclónica lo que elimina cualquier tendencia al desarrollo convectivo (figura 7)

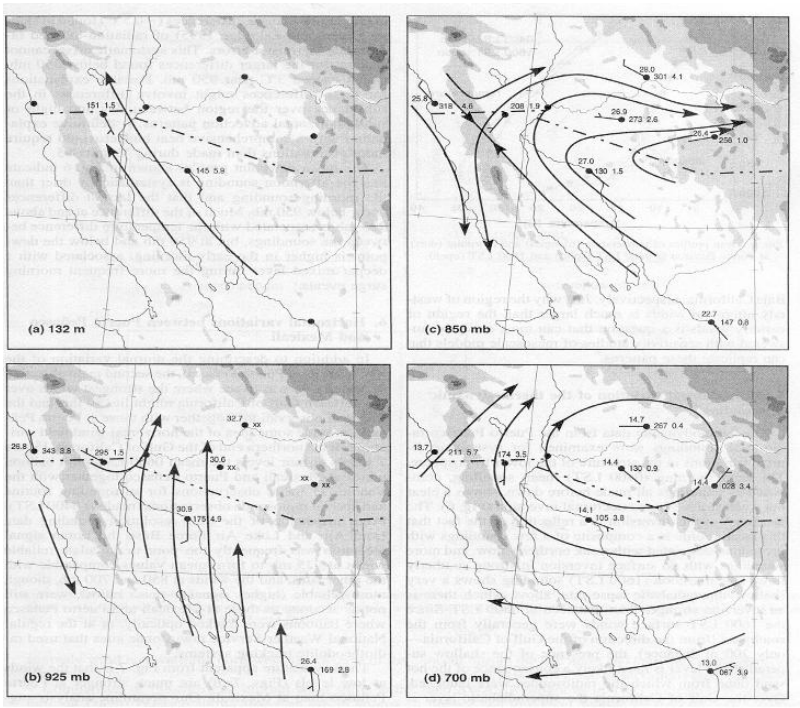


Figura 7. Flujos de viento en el verano a diferentes niveles atmosféricos.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

La importancia de la baja térmica es que forma parte importante de las condicionantes para las surgencias de humedad, las cuales están relacionadas a grandes masas nubosas de origen tropical, localizadas sobre el Golfo de California y que pueden provocar lluvias y tormentas eléctricas locales como `puede observarse en la siguiente figura.

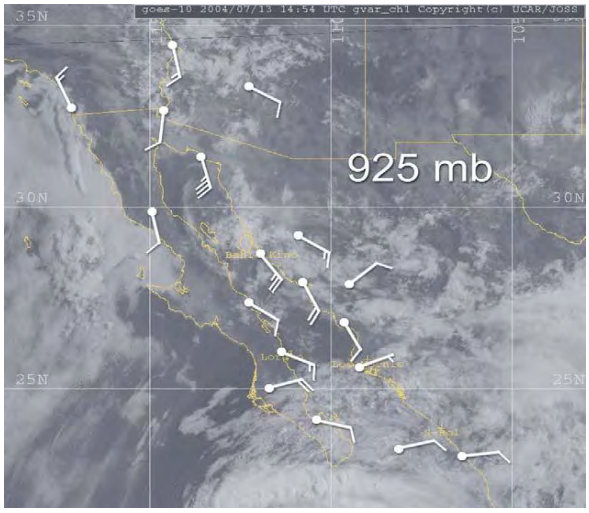


Figura 8. Actividad tropical intensa y afectaciones locales en el campo de viento en Mexicali y su valle (13 de julio de 2004)

b. Campos de Viento en Altura (500 hPa, 850 hPa).

Las siguientes figuras muestran el perfil de viento característico de un día de otoño; el flujo en bajos niveles tiene una alta variabilidad característica de los factores climáticos locales (figura 9), mientras que en niveles altos se observa un flujo con una intensidad mayor y una menor variabilidad en su dirección (figura 10 y 11); el transporte asociado a este flujo, p.e., con material particulado debe mostrar una alta correlación, sobre todo con un sistema sinóptico intenso.

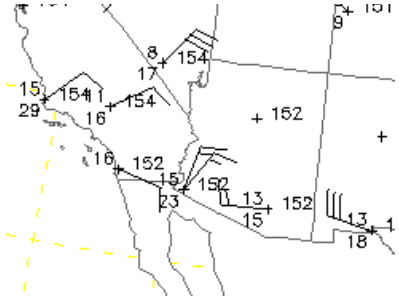


Figura 9. Campo de viento a 850 hPa.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

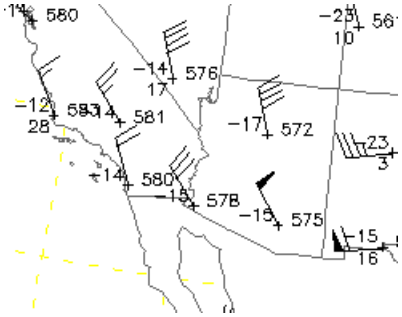


Figura 10. Campo de viento a 500 hPa.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

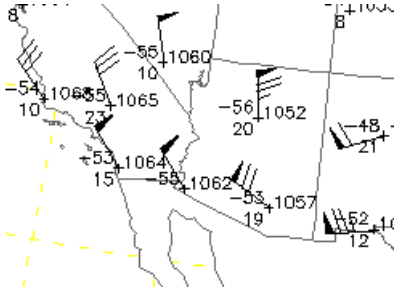


Figura 11. Campo de viento a 250 hPa.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

2. Circulación Atmosférica Local.

A continuación se presenta un análisis meteorológico local, realizado con información recabada de dos fuentes: 1) del aeropuerto local concerniente a la velocidad y dirección de viento, y 2) de las estaciones de calidad del aire instaladas en la Ciudad de Mexicali y Calexico, con información de temperatura del aire y velocidad y dirección del viento. La finalidad de realizar este tipo de análisis es aislar el efecto urbano, con la información del aeropuerto que se encuentra a 20 km al oriente

de la ciudad, para tener claro cuál es el flujo regional de viento, y posteriormente analizar más localmente la influencia que la rugosidad urbana tiene, tanto en la circulación local, como en la estructura térmica superficial.

a. Rosa de Vientos.

En la figura 12 se muestra la rosa de vientos promedio anual en superficie, con información del aeropuerto local de los años 2005 al 2008. Se puede observar un patrón de flujo diferenciado básicamente en dos direcciones más frecuentes. Los vientos del cuadrante norte-oeste se presentan con una frecuencia del 45%, siendo las direcciones preferidas oeste-noroeste y norte-noroeste, y ocurren principalmente de octubre a mayo. El patrón de vientos del cuadrante este-sur se presenta con una frecuencia del 39%, y los de mayor ocurrencia son del sur y sur-sureste, presentándose sobre todo en los meses de junio a septiembre.

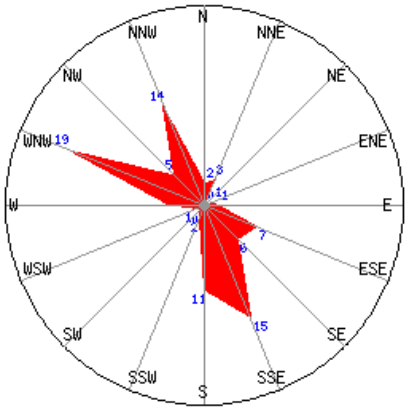


Figura 12. Distribución anual de dirección del viento en Mexicali 2005-2008.
Fuente: Aeropuerto local, Windfinder.com

Para meses representativos de las estaciones del año, las figuras siguientes muestran el comportamiento del viento en superficie. El mes de enero es representativo del invierno, abril de la primavera, julio del verano, y octubre del otoño.

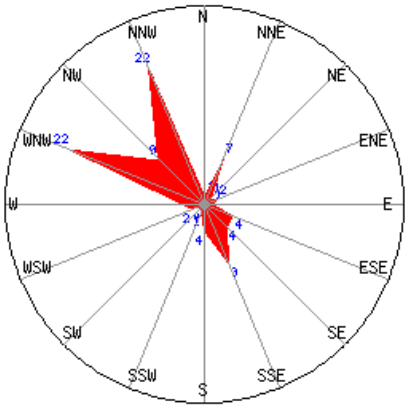


Figura 13. Distribución en enero de dirección del viento en Mexicali 2005-2008.
Fuente: Aeropuerto local, Windfinder.com

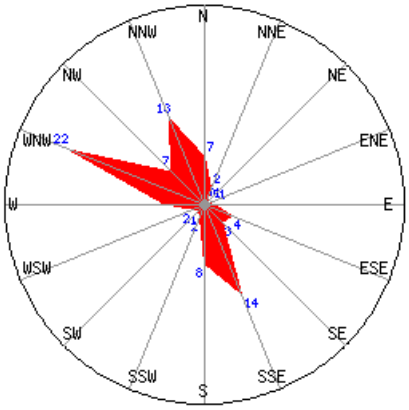


Figura 14. Distribución en abril de dirección del viento en Mexicali 2005-2008.
Fuente: Aeropuerto local, Windfinder.com

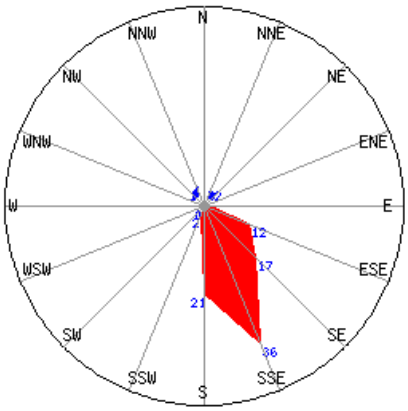


Figura 15. Distribución en julio de dirección del viento en Mexicali 2005-2008.
Fuente: Aeropuerto local, Windfinder.com

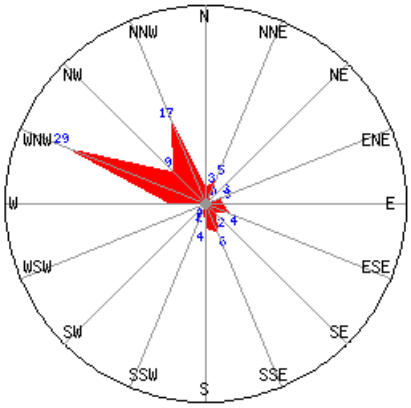


Figura 16. Distribución en octubre de dirección del viento en Mexicali 2005-2008.
Fuente: Aeropuerto local, Windfinder.com.

Se observa un comportamiento estacional definido; la dirección de mayor frecuencia en las estaciones de invierno, primavera y otoño es del oeste-noroeste, siguiéndole la del norte-noroeste, aunque para el mes de abril, representativo de la primavera, la segunda dirección de mayor frecuencia es del sur-sureste, lo que indica que empieza a manifestarse una transición en el flujo direccional en superficie. En el verano (figura 15) se presenta un cambio direccional, y la dirección prevalente es del sur-sureste.

En cuanto al comportamiento intraurbano en Mexicali, con información de las estaciones de monitoreo UABC, ITM y COBACH, de los años 2000 al 2005 se tuvo el comportamiento que a

continuación se describe de acuerdo a las siguientes figuras. La dirección dominante en el mes de enero para la estación UABC e ITM fue del cuadrante norte-oeste, con un 55% y un 59% del tiempo, respectivamente, mientras que para COBACH, en este cuadrante (norte-oeste) fue del 38%, siguiéndole el cuadrante este-sur, con un 34 % del tiempo.

En relación con las intensidades de viento, las menores velocidades se registraron en UABC, seguidas de ITM y por último COBACH con las mayores velocidades registradas. En UABC el 90% del tiempo del mes de enero se registraron intensidades entre 0.1 y 2.0 m/s, en ITM el 40%, mientras que en COBACH el 48%. El 3% del tiempo estuvieron soplando velocidades de viento superiores a 6 m/s en COBACH, mientras que en ITM solamente un 0.8%.

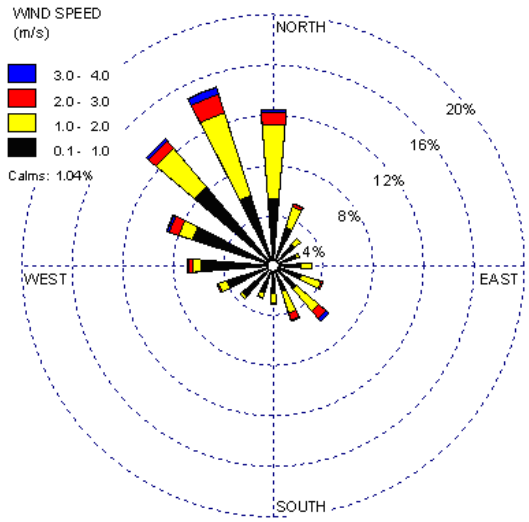
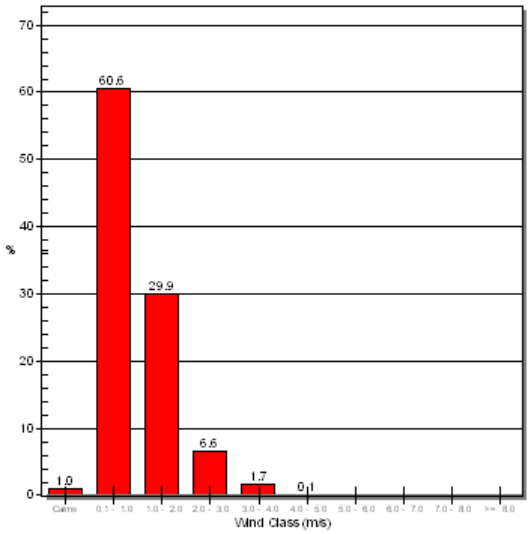


Figura 17. Rosa de viento en la estación UABC enero 2000-2005.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.



Gráfica 1. Histograma de intensidad de viento estación UABC enero 2000-2005.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

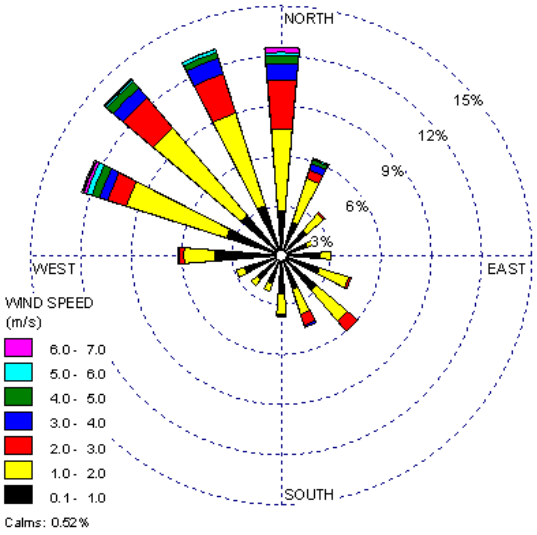


Figura 18. Rosa de viento en la estación ITM enero 2000-2005.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

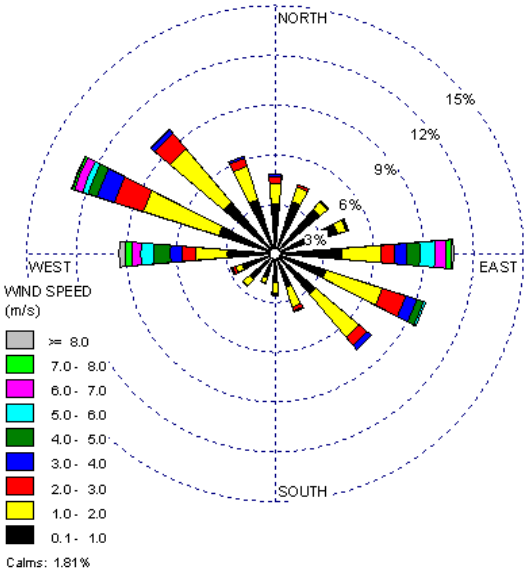
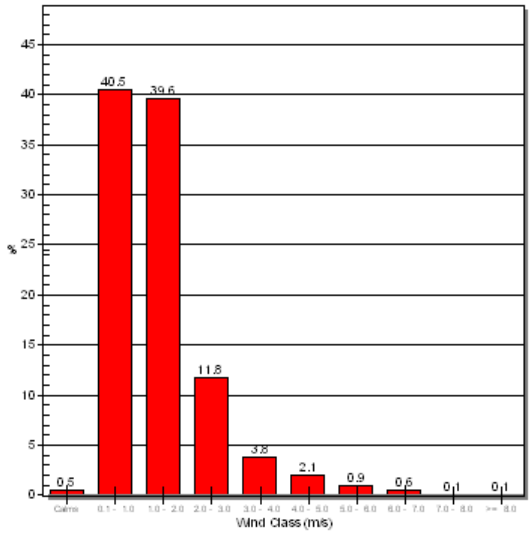
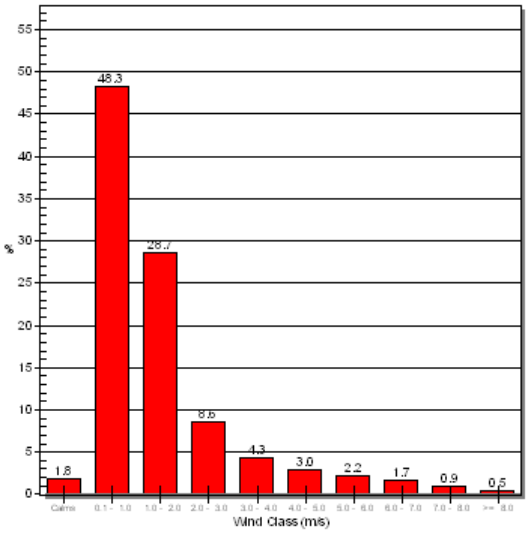


Figura 19. Rosa de viento en la estación COBACH enero 2000-2005.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.



Gráfica 2. Histograma de intensidad de viento estación ITM enero 2000-2005.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.



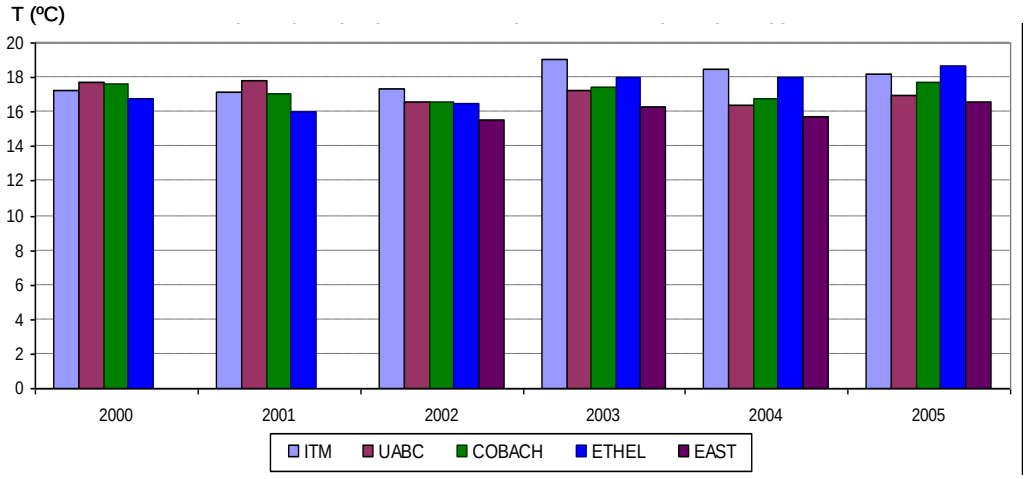
Gráfica 3. Histograma de intensidad de viento estación COBACH enero 2000-2005.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

b. Temperatura del Aire.

La temperatura en la región tiene una gran variabilidad anual, como ya fue comentado en el informe del programa para mejorar la calidad del aire de Mexicali 2000-2005 (GEBC, 1999); en el verano se llegan a alcanzar temperaturas de hasta 50°C, mientras que en el invierno se tienen registros con temperaturas inferiores a los 0°C.

Con información de las estaciones de calidad del aire de la Ciudad de Mexicali, B.C., complementada con las de la Ciudad de Calexico, CA., se analizó el comportamiento de la temperatura a varios niveles temporales. En la gráfica 4 se presenta la marcha anual de la temperatura media; en ella se observa que el rasgo distintivo es que la temperatura más baja se presenta en la estación East, mientras que la temperatura media máxima a lo largo de los años 2000-2005 no presenta un patrón uniforme; es decir, puede ocurrir en cualquiera de los lugares de monitoreo.

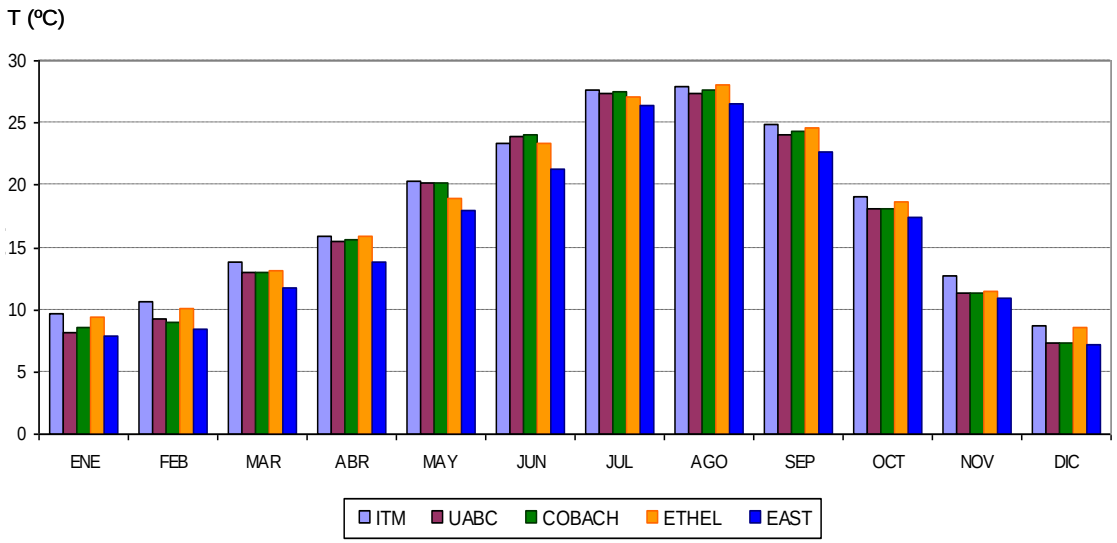
La temperatura promedio de los años 2000-2005 más alta se registró en ITM con 17.9°C, mientras que la más baja en la estación East con 16.0°C. El valor promedio anual más bajo fue en COBACH con 6.1°C, y el valor promedio anual más alto en Ethel con 29.6°C.



Gráfica 4. Marcha promedio anual de la temperatura del aire en Mexicali y Calexico 2000-2005. Fuente: SPA

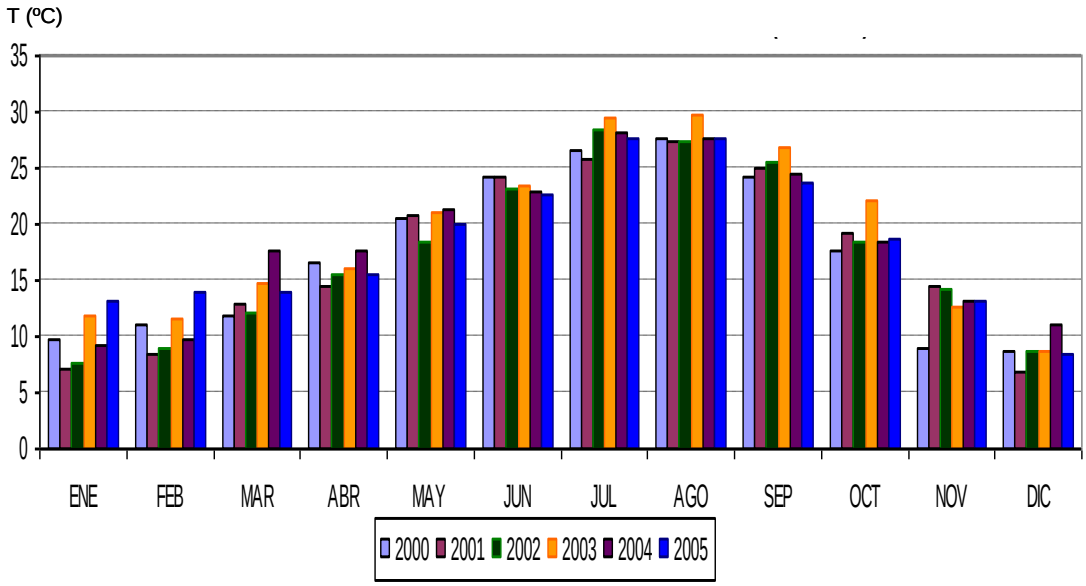
La gráfica 5 presenta la marcha mensual de temperatura media por estación de monitoreo; en ella se observa que la temperatura media mensual más alta se presenta en la estación ITM en los meses de invierno, parte de primavera y otoño; el valor mensual más bajo lo presenta la estación East. En los meses de julio y agosto los valores en todas las estaciones presentan valores homogéneos y considerablemente altos; en la estación ITM el valor máximo promedio en el mes

de agosto es de 27.9°C. Los valores promedios más bajos se registraron en el mes de diciembre en todas las estaciones de monitoreo; para ese mes en UABC y en COBACH se estimó un valor de 7.4°C.



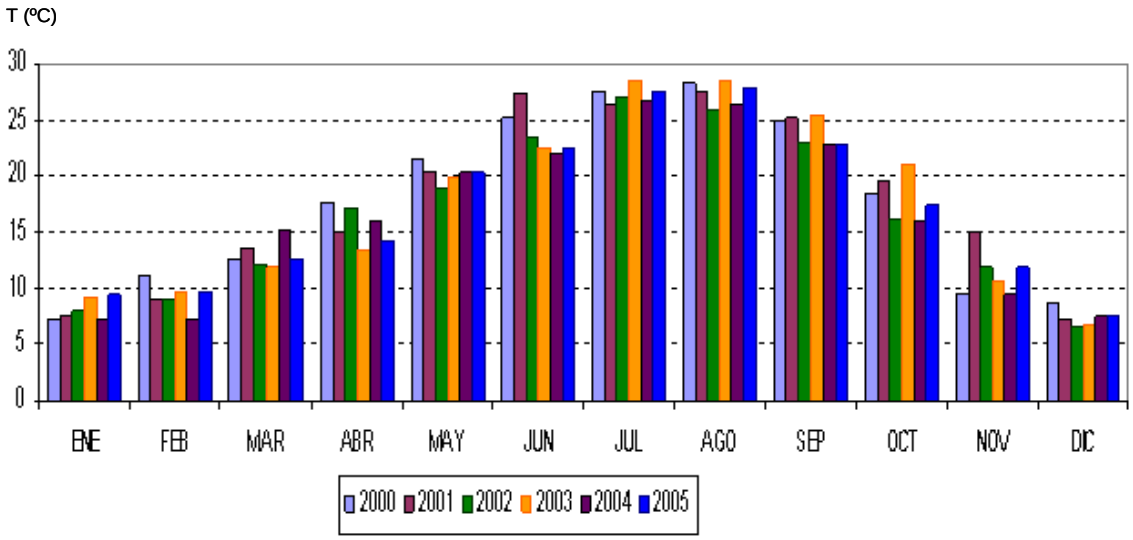
Gráfica 5. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali y Calexico 2000-2005.
Fuente: SPA

Los comparativos mensuales para una misma estación de monitoreo para los diferentes años pueden apreciarse en las siguientes gráficas.

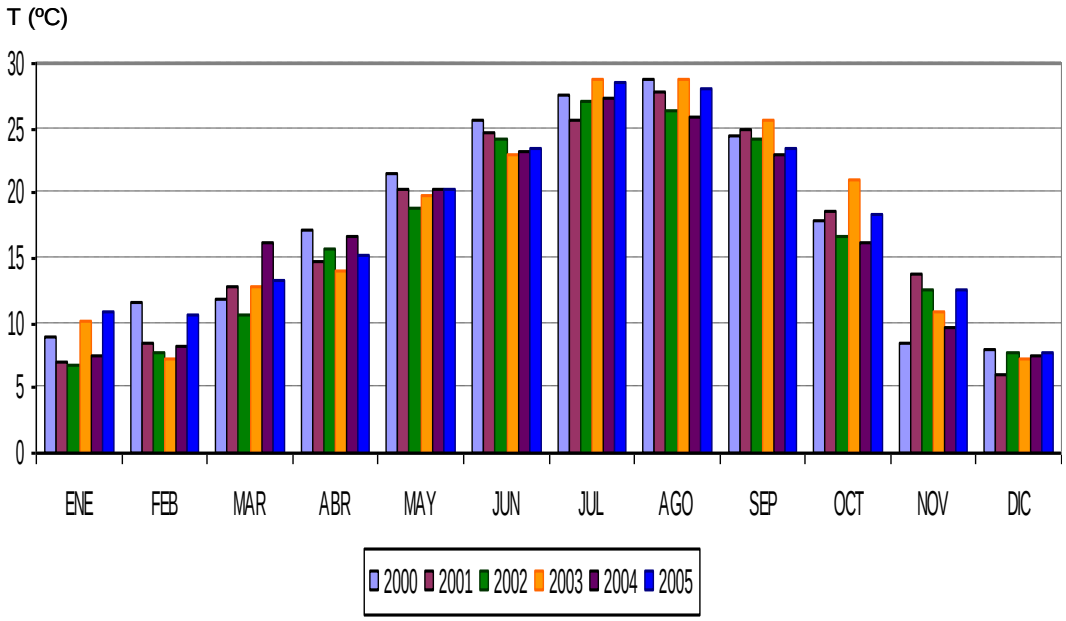


Gráfica 6. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación ITM 2000-2005.

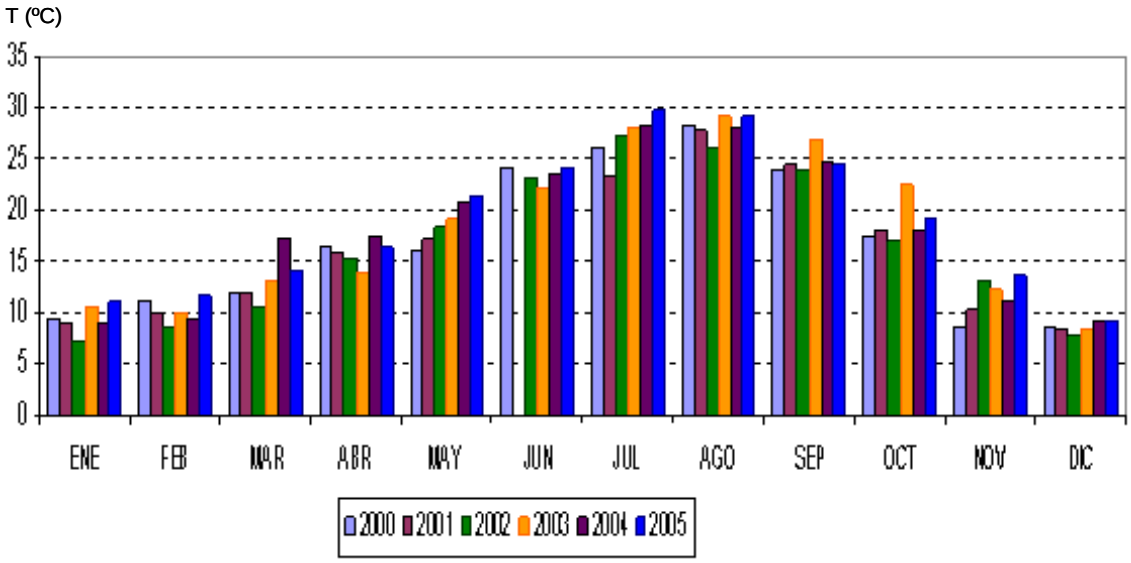
Fuente: SPA



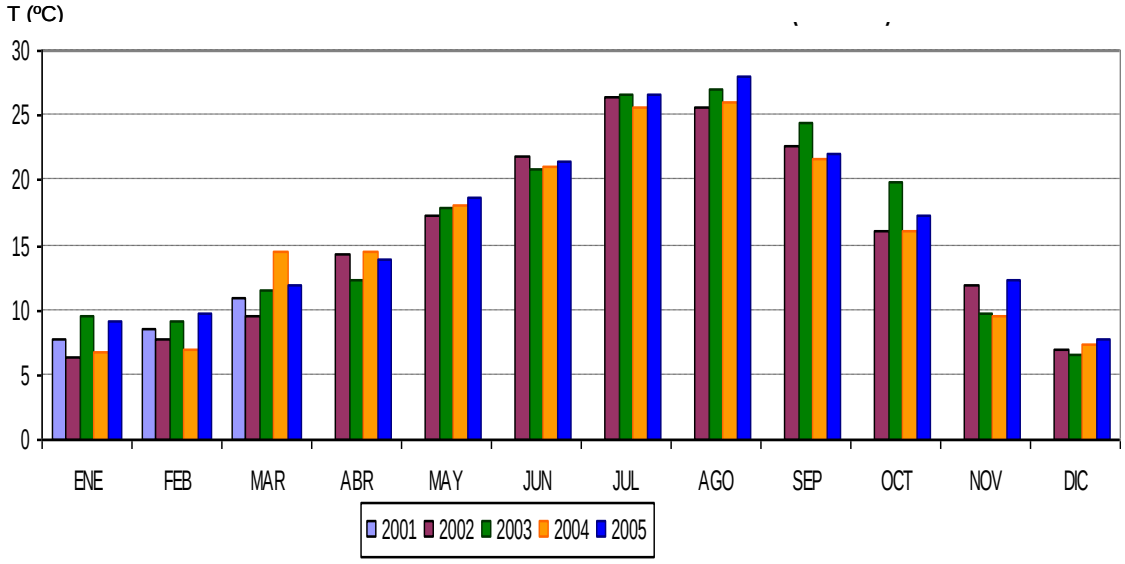
Gráfica 7. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación UABC 2000-2005.
Fuente: SPA



Gráfica 8. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación COBACH 2000-2005.
Fuente: SPA



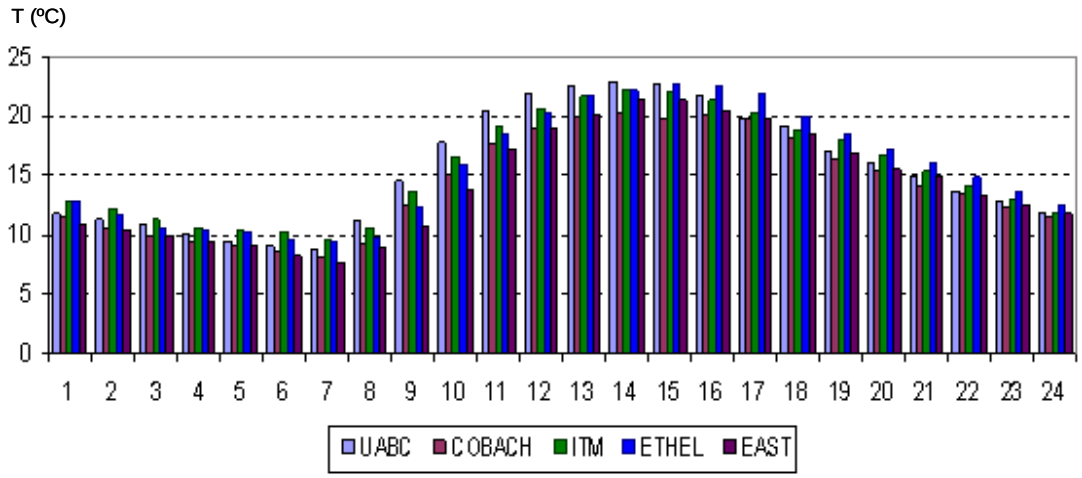
Gráfica 9. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación ETHEL 2000-2005.
Fuente: SPA



Gráfica 10. Marcha promedio mensual de la temperatura del aire estación EAST 2000-2005.
Fuente: SPA

En todas se refleja el mismo patrón anual, es decir, los valores más bajos en invierno, tendencia ascendente en la primavera que culmina en el verano y tendencia descendente muy marcada a partir del mes de octubre. Otra característica es la variabilidad entre años para el mismo lugar, y solo por citar unos ejemplos, en el mes de enero para ITM en el año 2001 se tuvo un valor promedio de 7.1°C, mientras que para el 2005 el valor promedio fue de 13.2°C; para UABC en cambio, el valor más bajo se registró en el año 2000 con 7.3°C, y el valor más alto en el 2005, con 9.2°C. En el verano parece haber igual variabilidad que en el invierno, ya que, por ejemplo en el COBACH el valor promedio más bajo en el mes de julio fue en el año 2001 con 25.6°C, mientras que el más alto fue en el 2003 con 28.9°C.

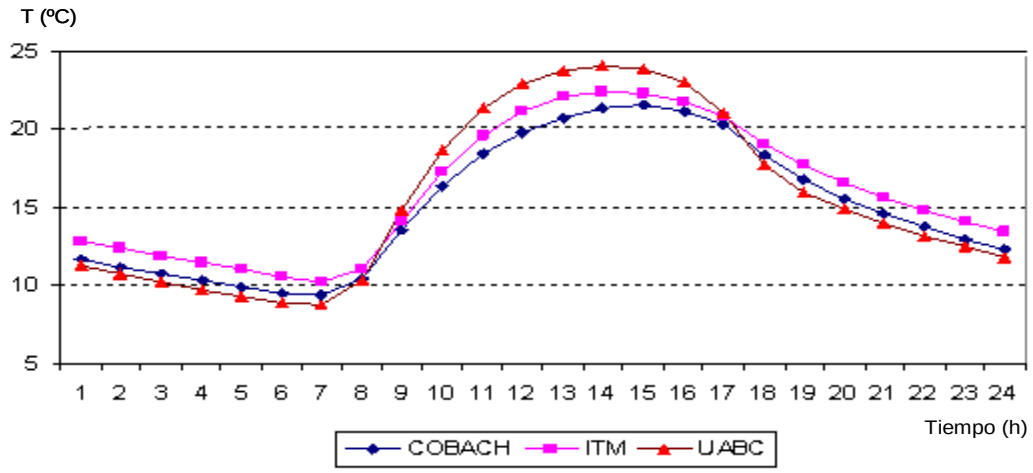
Como un último análisis temporal se presenta el comportamiento horario de las temperaturas medias en la gráfica 11, se puede observar un claro patrón diario con las menores temperaturas en las primeras horas de la mañana y las mayores en las horas del mediodía y hasta las primeras horas de la tarde. Destaca la estación de la UABC por tener una ganancia sumamente rápida después de que sale el sol. Los valores promedio horario más bajos andan alrededor de los 7°C, y los más altos en los 23°C



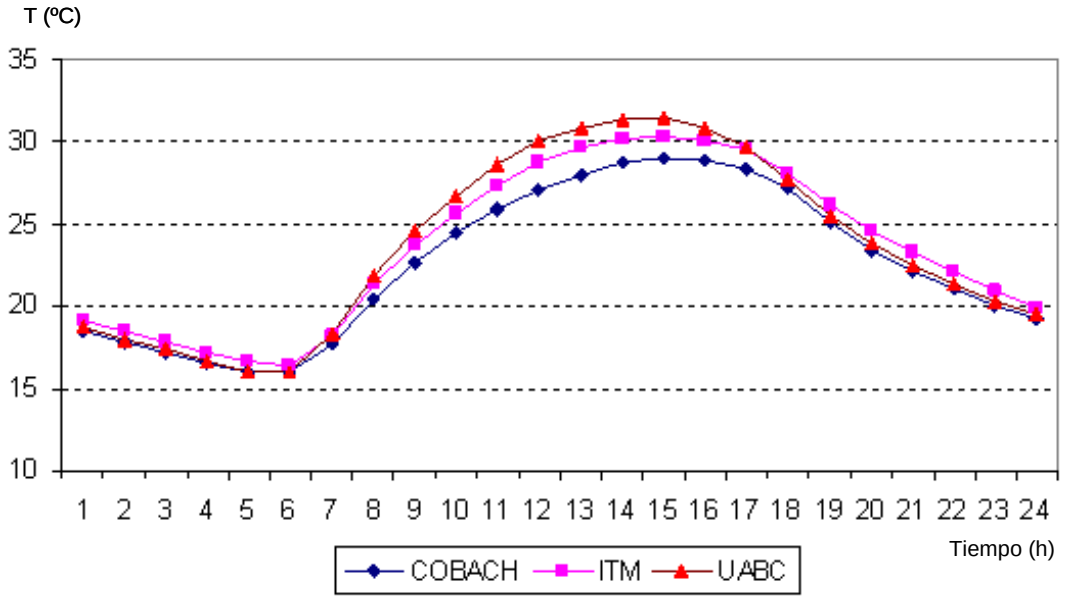
Gráfica 11. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali y Calexico para el mes de enero 2000-2005.
Fuente: SPA

Un comparativo horario, representativo de las estaciones del año, entre las estaciones UABC, ITM y COBACH se presentan en las gráficas 12 a 15; en el invierno, primavera y otoño los mayores valores diurnos se presentan en UABC, mientras que en el verano ITM y UABC tienen más o menos los mismos valores, solamente que ITM supera a UABC desde las primeras horas de la tarde hasta las últimas horas de la noche. La Estación COBACH siempre presenta los valores promedio horario

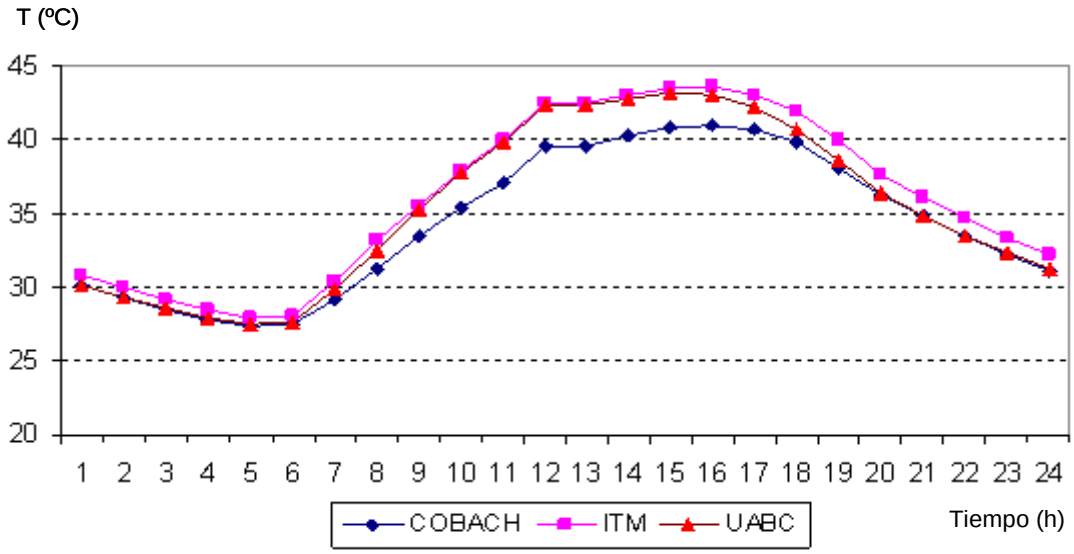
más bajos en todas las estaciones del año. Los valores promedio horario más altos se presentan en el mes de julio, con valores que superan, durante algunas horas los 40°C; los más bajos se presentan en el invierno con valores alrededor de los 10°C un poco después de la salida del sol.



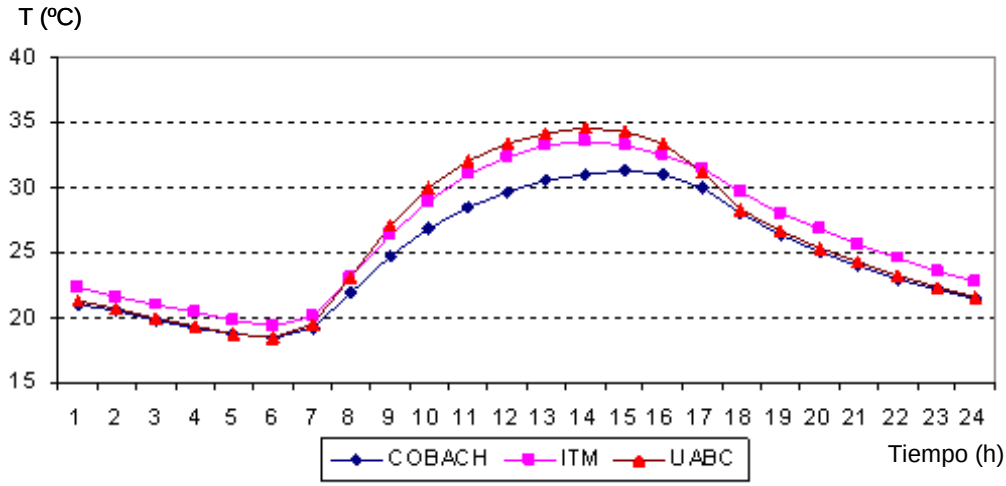
Gráfica 12. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de enero 2000-2005.
Fuente: SPA



Gráfica 13. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de abril 2000-2005.
Fuente: SPA



Gráfica 14. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de julio 2000-2005.
Fuente: SPA



Gráfica 15. Marcha promedio horaria de temperatura del aire por estación de monitoreo en Mexicali para el mes de octubre 2000-2005.
Fuente: SPA

c. Estabilidad Atmosférica.

La importancia de la estabilidad atmosférica para la dispersión de contaminantes es muy importante como lo indican los trabajos que sobre modelación se ha realizado (Pasquill, 1961; Arya, 1981; Seibert, 1996). Los flujos superficiales y la estabilidad atmosférica afectan la dispersión

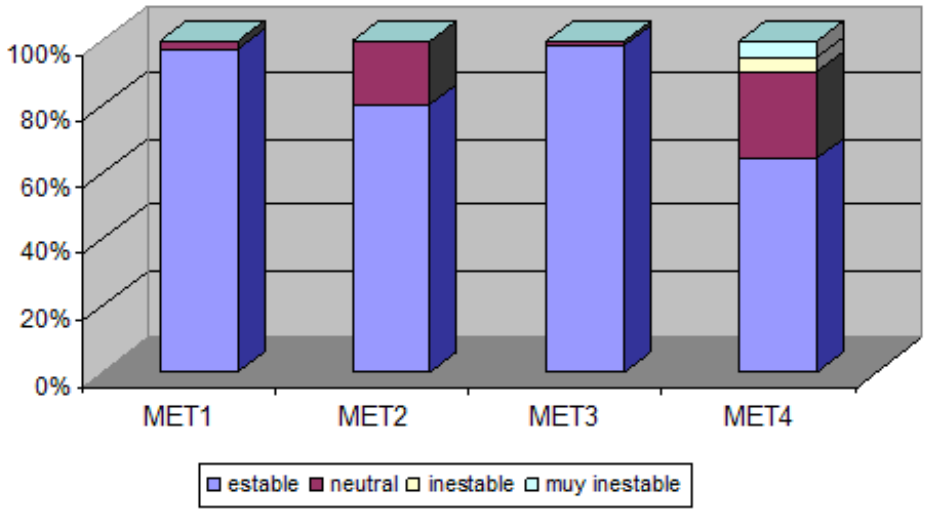
atmosférica mediante su impacto en la turbulencia de bajo nivel, la altura de la capa de mezcla y las circulaciones de mesoescala.

El movimiento vertical de los contaminantes en la capa límite está controlado principalmente por las condiciones prevalentes de estabilidad, y por tanto de la estratificación térmica del aire, es decir, la estabilidad atmosférica tiene que ver directamente con la manera en que la temperatura varía con la altura, y por tanto, con la dilución de contaminantes.

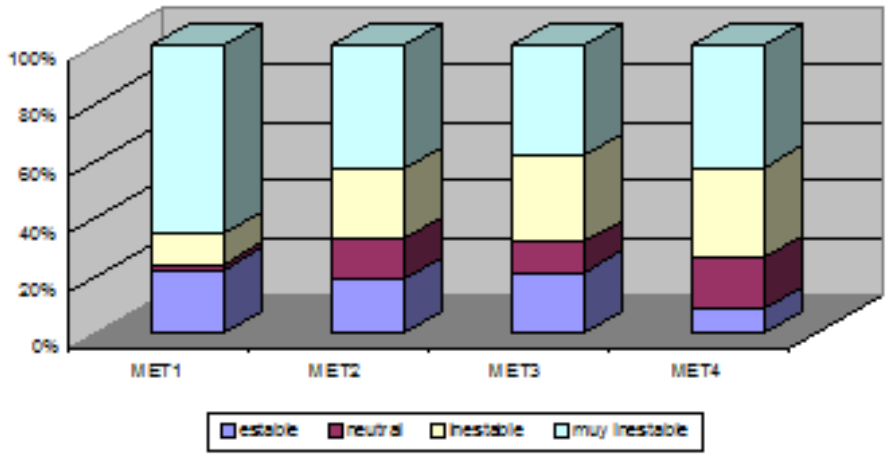
Dado que en Mexicali no se han realizado radio-sondeos o algún otro sistema que permita calcular directamente la estabilidad atmosférica se hizo uso de métodos alternos como el método de desviación estándar de la dirección horizontal del viento, el método de desviación estándar del ángulo de elevación del viento, método de balance de radiación y el método de balance energético. Estos métodos se aplicaron en campañas temporales específicas (2001 y 2003) en la UABC y un lugar rural llamado Villa Emiliano Zapata situado a unos 20 km al oriente de la ciudad.

En las gráficas 16 y 17 se hizo una comparación de los cuatro métodos para los períodos nocturno y diurno. Se puede observar que la condición estable es la que predomina en la noche con más del 60% del tiempo, le sigue la condición neutra con un 25%, y el 15% restante son de condiciones inestables y muy inestables; esto indica que hay un período muy corto para una buena dispersión de los contaminantes, y que hay un largo período en el que existen condiciones adversas.

En el período diurno (gráfica 17) sucede lo contrario, solamente un 5% del tiempo existen condiciones de estabilidad, mientras que las condiciones de inestabilidad perduran con un poco más del 75%, lo que indica condiciones adecuadas para una buena dispersión de los contaminantes. Se recalca que esta inferencia se obtuvo con dos campañas cortas de medición, una realizada en los meses de febrero a marzo del 2001, y otra en un par de semanas en junio de 2003.

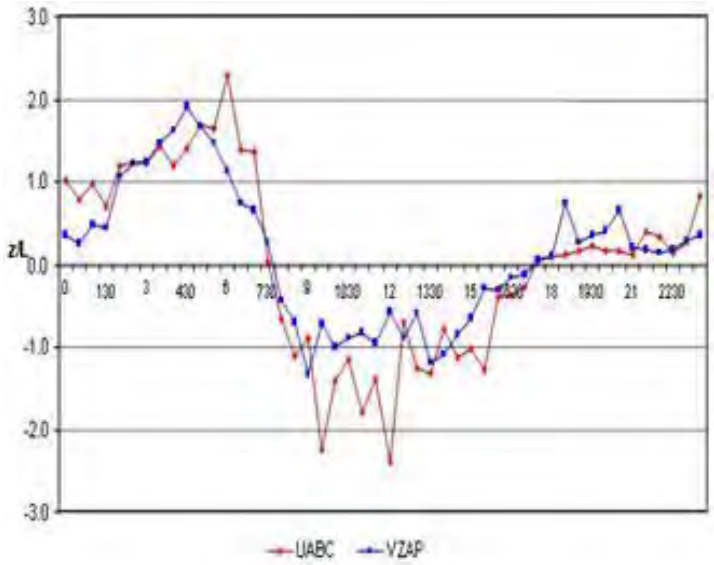


Gráfica 16. Comparación de estabilidad atmosférica en dos campañas de medición en la Estación UABC (febrero-marzo de 2001 y junio de 2003 período nocturno)
Fuente: SPA

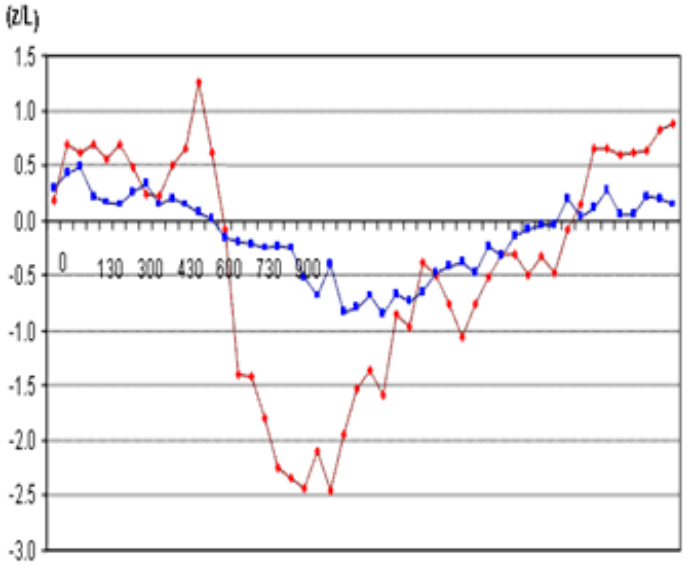


Gráfica 17. Comparación de estabilidad atmosférica en la Estación UABC (junio de 2003 período diurno)
Fuente: SPA

En cuanto al patrón diurno de estabilidad atmosférica, obtenido con la longitud de Monin-Obhukov, se observa en las gráficas 18 y 19 que existe mayor inestabilidad en la zona urbana que en la zona rural tanto en las mediciones realizadas en el 2001 como en el 2003; la mayor estabilidad se nota que ocurre después de la medianoche y hasta antes del amanecer.



Gráfica 18. Evolución horaria del parámetro de estabilidad atmosférica en UABC y Villa Zapata, febrero de 2001.
Fuente: Depto. Y Lab. De Meteorología y Climatología del II-UABC.



Gráfica 19. Evolución horaria del parámetro de estabilidad atmosférica en UABC y Villa Zapata, junio de 2001.
Fuente: Depto. y Lab. de Meteorología y Climatología del II-UABC.

d. Inversiones Térmicas y Capa de Mezcla.

Aun cuando localmente no se ha realizado un estudio del perfil térmico vertical para conocer algunas características de la capa límite superficial, tales como las inversiones térmicas y el

espesor de la capa de mezcla, que son importantes para estudios de difusión atmosférica, se recurrió a la información más cercana de la Ciudad de Mexicali para tener, indirectamente, una estimación de esos parámetros. Se presume que tal información pudiera ser un indicador de lo que acontece localmente.

Con información de los sondeos realizados en Yuma, AZ, ciudad situada a 100 km al oriente de Mexicali, con características climáticas y topográficas semejantes, se analizó para el año 2005 la altura media de inversiones térmicas superficiales mostradas en la tabla 2, las cuales se presentaron el 89% del tiempo.

Tabla 2. Altura media mensual (m) de la cima de inversión térmica superficial en Yuma, AZ (12Z) año 2005.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
300	254	285	254	369	250	267	185	297	222	285	326

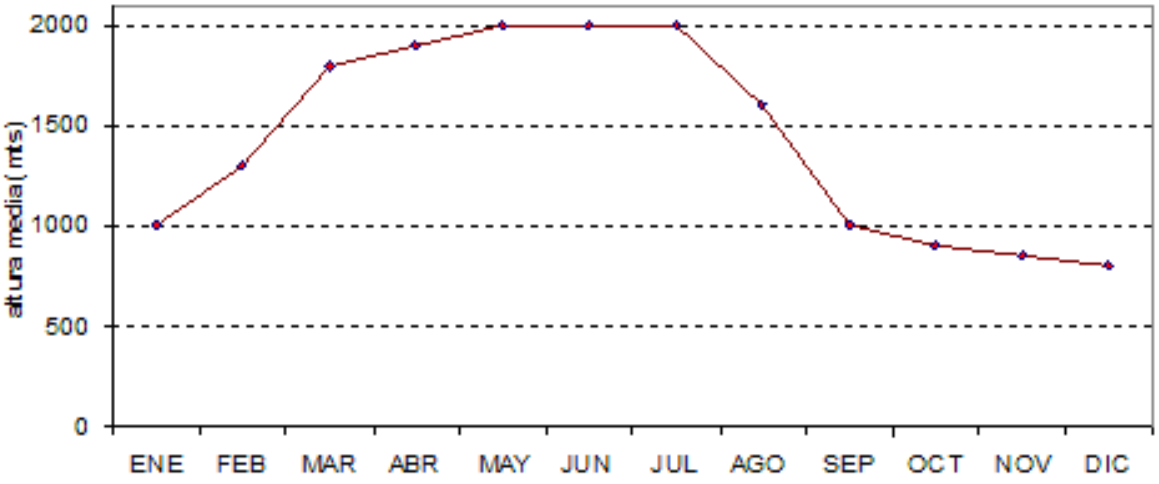
De la tabla anterior se obtuvo un promedio para estimar el comportamiento de la altura media estacional de las inversiones superficiales (tabla 3).

Tabla 3. Altura media estacional (m) del tope de inversión térmica para Yuma, AZ (12Z)

Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Anual
280	291	250	278	274

De la tabla 3 se observa que las inversiones térmicas superficiales, tienen una altura media menor en la estación de verano, implicando con ello que la capa límite nocturna es más estable, comparada con las otras estaciones del año, por lo que los contaminantes emitidos se quedarán atrapados más cerca de la superficie en esta temporada; afortunadamente, el calentamiento diurno de la superficie terrestre en esta temporada es muy rápido, por lo que se genera un flujo turbulento vertical, y la capa donde sucede la inversión se debe romper en las primeras horas de la mañana.

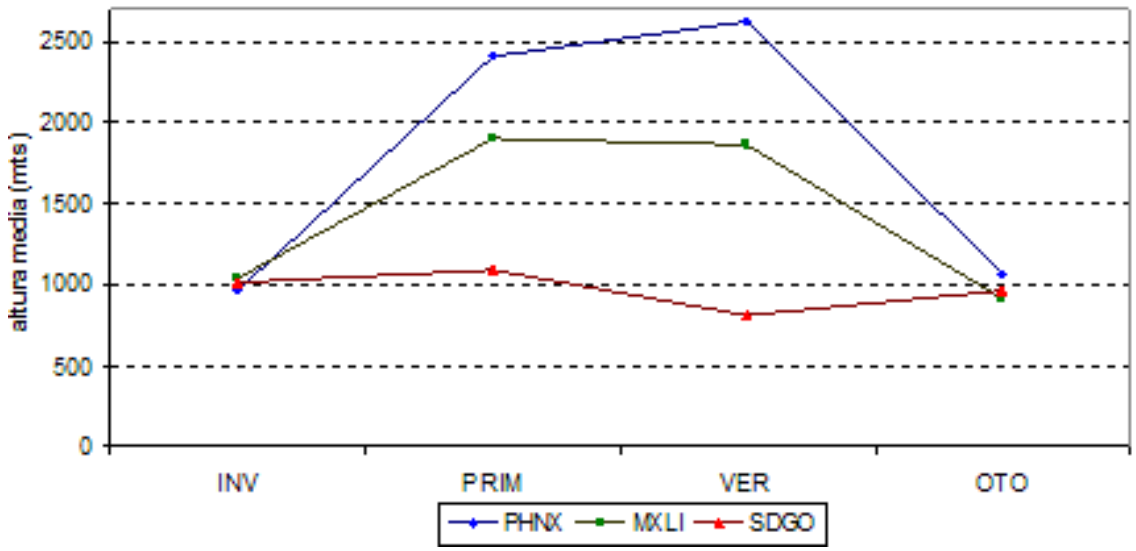
Por otro lado, se estimó la altura media del espesor máximo de la capa de mezcla para Mexicali, obtenida por interpolación a partir de un estudio realizado por Holzworth (1964), y que se presenta en la siguiente gráfica.



Gráfica 20. Altura media mensual del espesor máximo de la capa de mezclado en Mexicali, B.C.
Fuente: SPA

En ella se observa un comportamiento mensual distribuido de la manera siguiente: 1) valores menores ó iguales a los 1000 m en los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero; 2) valores por arriba de los 1000 m pero inferiores a los 2000 m en los meses de febrero, marzo, abril y agosto; y 3) valores iguales a los 2000 m en los meses de mayo, junio y julio.

Una comparación de la profundidad máxima de la capa de mezcla con San Diego, CA, ciudad costera localizada a 200 kilómetros al oeste de Mexicali, y Phoenix, AZ, ciudad árida ubicada a 500 kilómetros al oriente de Mexicali, se puede ver en la siguiente gráfica.



Gráfica 21. Patrón estacional de profundidad máxima media de capa de mezclado.
Fuente: SPA

De la gráfica anterior se puede observar el amplio contraste, sobre todo en las estaciones de primavera y verano, que existe entre los tres lugares, y para un mismo lugar en las diferentes estaciones. Si se realiza un análisis en un transecto oeste-este, se ve la importancia del anticiclón del Pacífico noroeste, ya que entre más alejados de su centro se nota menos su influencia en regular la profundidad de la capa de mezcla.

De manera particular para San Diego, la corriente marina fría, aunado al factor del sistema de alta presión, le confiere una marcada estabilidad sobre todo en el verano, donde la profundidad máxima de la capa de mezcla apenas alcanza los 800 m. Para Phoenix, la influencia del anticiclón no parece ser tan importante como para Mexicali y San Diego, y los valores máximos alcanzan los 2500 m en la primavera y el verano. Los valores más parecidos con Mexicali suceden en otoño e invierno, cuando se tiene un promedio de 1000 m en la profundidad máxima media de la capa de mezcla. Para las estaciones de primavera y verano, Mexicali tiene un valor intermedio entre San Diego y Phoenix.

e. Dispersión de Contaminantes Atmosféricos.

Dos de los pasos claves para mejorar la calidad del aire en una región son identificar cuantitativamente las emisiones de fuentes que afectan el área y valorar como esas emisiones se distribuyen en la atmósfera para impactar la concentración de los contaminantes. Ambas son difíciles y pueden estar sujetas a incertidumbres. La contaminación transfronteriza del aire ha sido estudiada a diferentes niveles en la región (Brown *et al*., 2001; Mendoza-Domínguez *et al*., 2000)

En un estudio sobre contaminación realizado en Mexicali (Mendoza et al., 2006 a y b), se usó un sistema de modelación de la calidad del aire para describir la formación y transporte de contaminantes en el área fronteriza de Mexicali y Valle Imperial, que incluyó material particulado y tóxicos en el análisis. La evaluación del desarrollo del modelo estadístico de la aplicación del modelo meteorológico (MM5) y el modelo de calidad del aire (CMAQ) usado indica que los modelos tienden a replicar con relativa exactitud las observaciones históricas disponibles en la región para los episodios particulares estudiados.

Los resultados incluyeron un mejor entendimiento de las relaciones entre la fuente-receptor y el origen de la fuente. Muy pocas referencias citan la aplicación de modelos de calidad del aire que incluyen la región Mexicali-Valle Imperial, aunque la discusión se debe meramente debido a la localización en la región fronteriza en el dominio del modelo (Zielinska et al., 2001). La principal atención de este estudio aplicado al área del Valle de Mexicali-Imperial, era entender la dinámica de contaminación del aire entre los EUA y México, en esa región. También expandieron su atención fuera de esta región para hacer un seguimiento al transporte de las emisiones de los

centros urbanos más grandes y de fuentes puntuales fuera del área, pero suficientemente cerca para impactar la calidad del aire de la región (Tijuana, B.C. en México y San Diego, Los Ángeles en los EUA).

El movimiento transfronterizo de masas de aire impacta la calidad del aire de cada lado de la frontera. La dinámica de los contaminantes se ejemplifica en este trabajo por medio de reportes gráficos de concentraciones en la región modelada, particularmente en un nivel de resolución de 12 km. Con esto, por ejemplo, puede ser observada la dinámica sobre las regiones de alta concentración (Los Angeles y San Diego-Tijuana), transporte de las emisiones de SO_2 de puertos marinos, y la generación sulfato en forma de aerosol y su impacto regional. Adicionalmente, se describe la dinámica sobre el área del Valle de Mexicali. Por ejemplo, emisiones de partículas de los caminos, la variación de las concentraciones de CO entre episodios (primavera vs verano), y la dispersión de contaminantes fotoquímicos. Las condiciones meteorológicas favorecen homogéneamente los campos de concentración en primavera y exacerba la influencia local en el otoño. Así mismo, el análisis en trayectoria regresiva indica que las masas de aire de la costa del sur influencian consistentemente los niveles de contaminación del aire observados en Mexicali durante la campaña de primavera. La meteorología sinóptica durante los episodios de modelado de julio y agosto de 2001 estuvo caracterizada por la presencia de celdas de alta presión alrededor del área de Mexicali/Imperial (particularmente en el sur de California y Arizona), baja intensidad (menor a 4 m/s), y comportamiento de viento errático (con una tendencia del noroeste la suroeste). En adición, la generación de las líneas de convergencia en el valle fueron identificadas como una influencia de la topografía local que podrían implicar una pobre ventilación de la región.

Existen fuentes muy importantes que contribuyen a la degradación de la calidad del aire en la región. Los resultados de aplicación de un modelo (versión 8.0 del Balance de Masa Química) a los datos obtenidos durante la campañas otoño y primavera indican que las fuentes móviles contribuyen a la mayoría de las $PM_{2.5}$ observadas en Mexicali (60%). La alta influencia de las fuentes móviles para los niveles de contaminación observados en Mexicali esta corroborado por los resultados adicionales del modelo receptor que indican que la mayoría de los COV observados tienen su origen en las fuentes de emisión móviles o de la evaporación de la gasolina. Los mismos datos de los COV indican que la flota vehicular se está renovando; sin embargo, esta todavía integrada por vehículos con tecnología vieja.

Los datos de material particulado fino obtenido por el laboratorio móvil utilizado bajo condiciones estacionarias fue dominado por material orgánico y sigue un patrón diurno que se correlaciona bien con los datos de horas pico de tráfico, lo que indica la influencia de las fuentes móviles. Los niveles del cloruro en forma de aerosol fueron particularmente altos y estuvieron relacionados posiblemente a eventos de quema.

Varios COV en fase-gaseosa que fueron medidos bajo condiciones estacionarias se correlacionaron bien con CO_2, lo cual indica fuentes de combustión, y una alta correlación entre ciertas especies de "huellas" tales como benceno y propano, apuntan a fuentes móviles como mayor fuente probable de emisiones.

El modelo de calidad del aire dio resultados significativos en la contribución de las fuentes locales y regionales a la contaminación del aire en Mexicali y Valle Imperial. Otro trabajo en conexión sobre la dispersión de contaminantes en Mexicali fue desarrollado por el INE (INE, 2006). Este trabajo incluyó el desarrollo de un modelo de dispersión de contaminantes en este caso material particulado PM_{10}, porque se contaba con un banco de información adecuado para ese fin. El modelo de la calidad del aire empleado fue el Multiscale Climate Chemistry Model (MCCM) (Grell et ál., 2000)

El MCCM ha sido ampliamente utilizado en diversos estudios de simulación de la calidad del aire en diferentes regiones de México (García et al., 2000; Jazcilevich et al., 2002; Jazcilevich et ál., 2003; Ortinez, 2005; Cortés, 2005; Olvera, 2005). El procedimiento consta de analizar los datos de PM_{10} provenientes de la Red de Monitoreo Atmosférico de Mexicali. La información sobre la calidad del aire generada por la Red de Monitoreo es recopilada cada hora por la Secretaría de Protección al Ambiente del Estado y se publica en tiempo casi real en la página de Internet.[7]

De los resultados se obtuvo que la distribución espacial de las concentraciones de PM_{10} permaneciera constante durante los años estudiados y destacan por su magnitud los valores consistentemente altos de la Estación Progreso, la cual se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad. También se observa que en la región noreste se presentan las concentraciones promedio anuales más bajas de la cobertura de medición de la Red de Monitoreo de Mexicali, en la que se ubican las estaciones CBTIS e ITM.

Es importante mencionar que derivado de una visita de reconocimiento a las estaciones de monitoreo de la red de Mexicali, efectuada el 4 de agosto del 2006, se observó que la Estación Progreso está altamente influenciada por la emisión de partículas generada por la resuspensión de polvo de una calle aledaña, misma que no posee pavimento. Esta afluencia podría ser la causante del registro de la elevada concentración de PM_{10} en la Estación de Monitoreo Progreso durante los años analizados.

Como procedimiento adicional se calculó la proporción que guardan las $PM_{2.5}$ con respecto a las PM_{10}, para lo cual se usaron las mediciones de la Estación UABC para los años 2003 y 2004. Se

[7] http://aire.bajacalifornia.gob.mx.

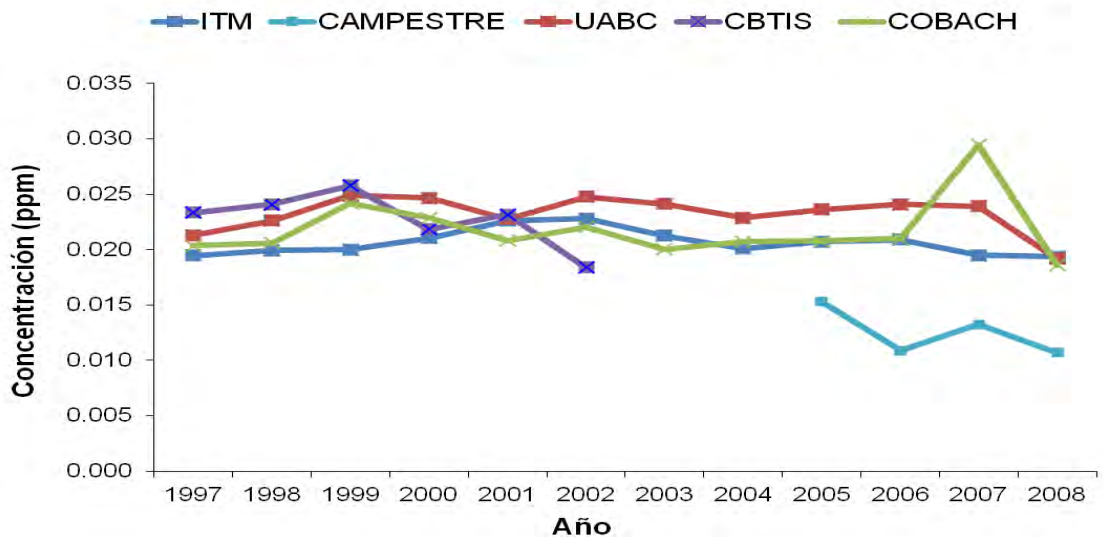
compararon las series de tiempo de las concentraciones disponibles de 24 h de $PM_{2.5}$ y PM_{10} y como control de calidad se eliminaron los días que registraron valores de concentración de $PM_{2.5}$ mayores a las de PM_{10}. De este análisis se obtuvo una fracción de $PM_{2.5}/PM_{10}$ de 48% para el 2003 y del 57% para 2004.

C. Parámetros de Monitoreo.

1. Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

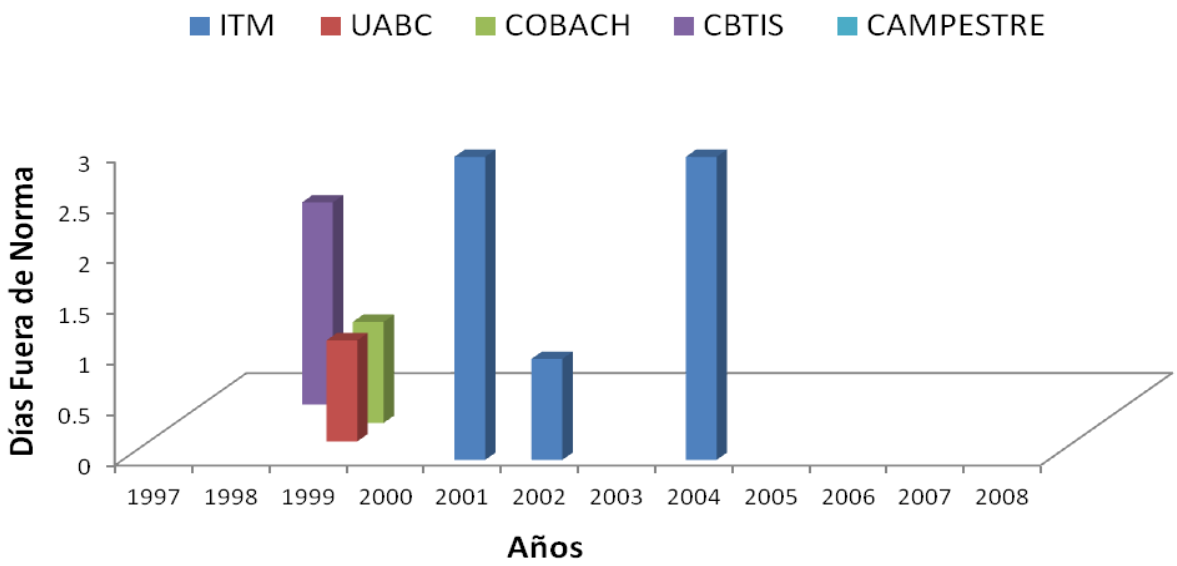
En el año de 2005 las emisiones potenciales de óxidos de nitrógeno (NO_x) en Mexicali fueron cerca del orden de 26 mil ton, de las cuales el 45% proviene del sector de generación de energía eléctrica, 30% del sector transporte y el 16% de fuentes móviles no caminos. Se observa un cambio importante en cuanto a las contribuciones de NO_x al aire, ya que en el ProAire 2000-2005 el mayor contribuyente lo constituía la flota vehicular. A raíz de la construcción de las plantas termoeléctricas de ciclo combinado al oeste de Mexicali estas las desplazaron al segundo lugar. Por la distancia a las que se encuentran las plantas de generación es difícil detectar su contribución en la calidad del aire de Mexicali a través de los monitores de calidad del aire.

La siguiente gráfica presenta el promedio anual de concentraciones de NO_2 por estación de monitoreo en Mexicali de 1997 a 2008. Se observa que se tuvieron los valores mayores en el CBTIS en 1999 y en el 2007 en el COBACH.



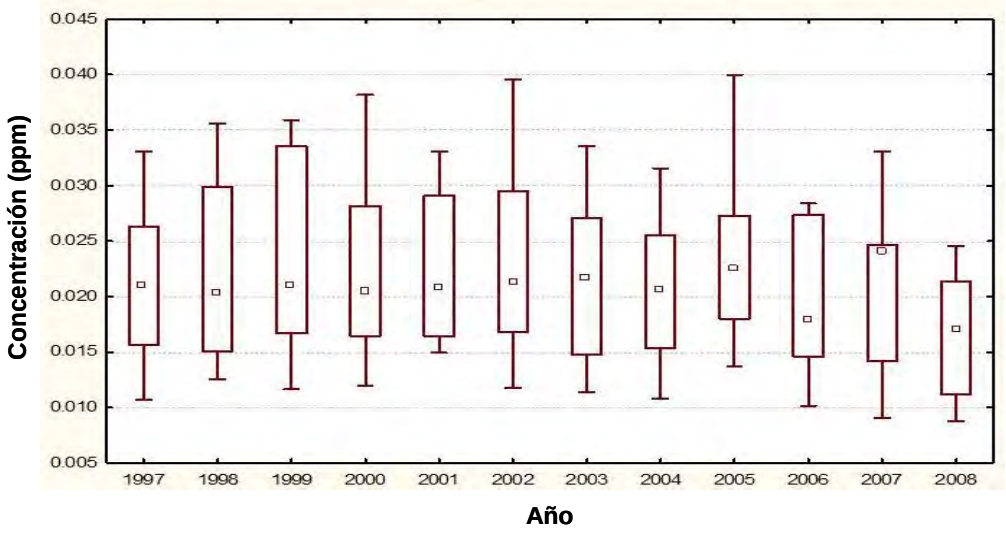
Gráfica 22. Promedio anual de concentraciones de NO_2 en las seis estaciones en Mexicali de 1997 a 2008.
Fuente: SPA

En la gráfica 23 se muestran los días fuera de norma de NO_2 en Mexicali de 1997 a 2008. Se observa que el número de días fuera de norma por año fueron muy altos en 2001 y 2004. En los últimos años del 2005 al 2008 no se han detectado incumplimientos a la norma.



Gráfica 23. Días fuera de norma de NO_2 en las cinco estaciones de Mexicali, 1997-2008.
Fuente: SPA

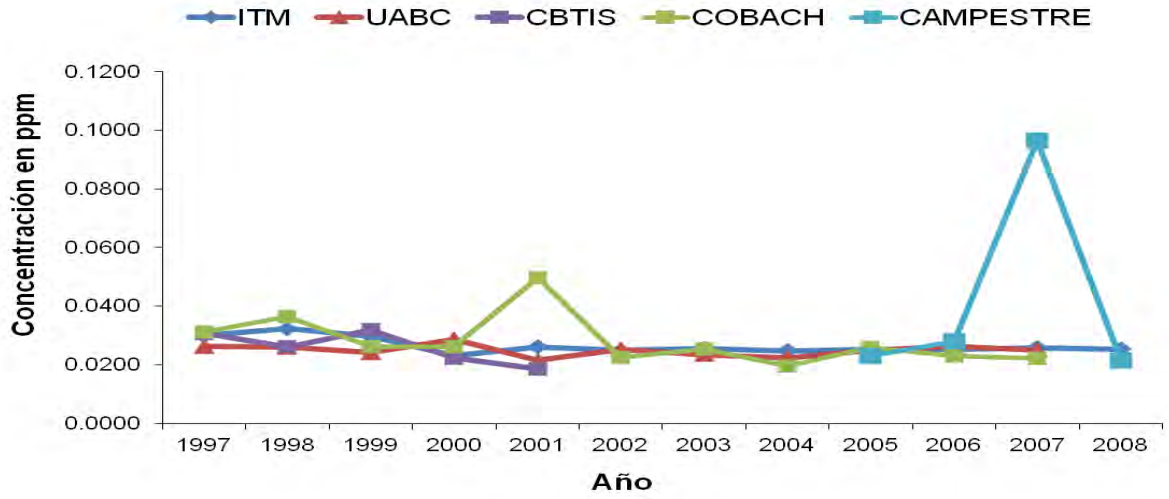
En la siguiente gráfica se muestra la distribución de las concentraciones históricas diarias máximas de las cinco estaciones de NO_2 promedio (1 h) en Mexicali de 1997 a 2008.



Gráfica 24. Concentraciones de NO_2 en Mexicali 1997-2008.
Fuente: SPA

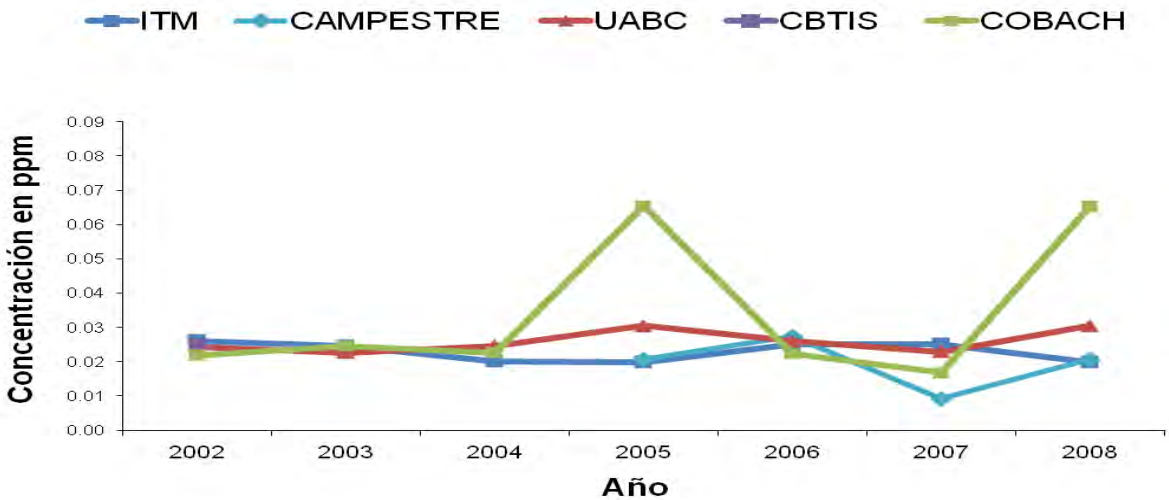
2. Ozono (O_3)

La gráfica 25 presenta el promedio anual de concentraciones de O_3 por estación de monitoreo en Mexicali de 1997 a 2008. Se observa que se tuvieron los valores mayores en el 2001 en COBACH y en Campestre en el 2007.



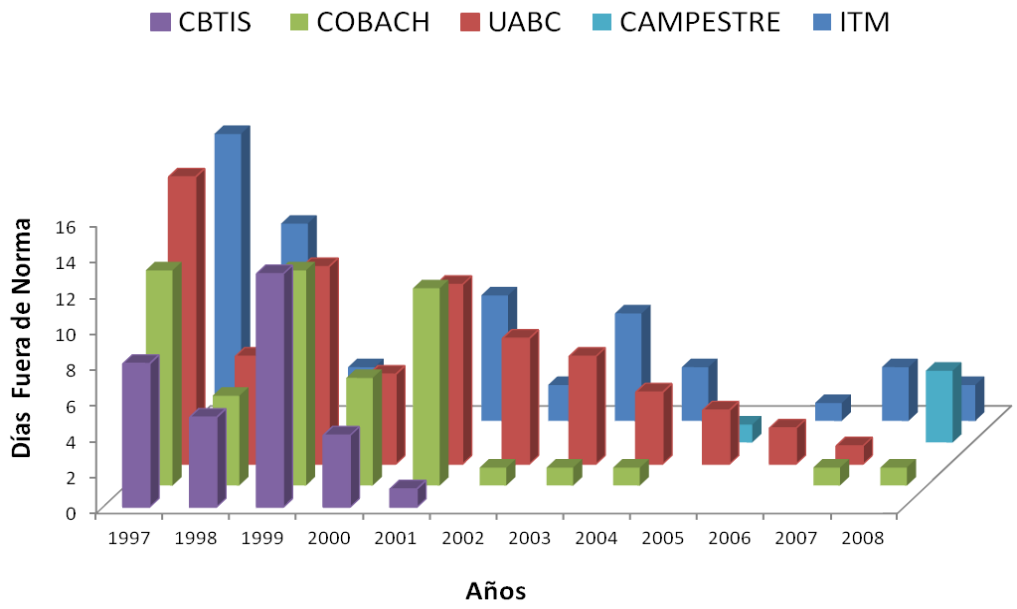
Gráfica 25. Promedio anual de concentraciones horario de O_3 por estación de monitoreo en Mexicali 1997 - 2008.
Fuente: SPA

La gráfica 26 muestra las tendencias de concentración de O_3 cada 8 h por año desde 2002, año en que esta nueva norma fue considerada. Se observa que existe solo un pico en el 2005, el cual se registró en la Estación de Monitoreo COBACH y una depresión en la Estación Campestre en el 2007.



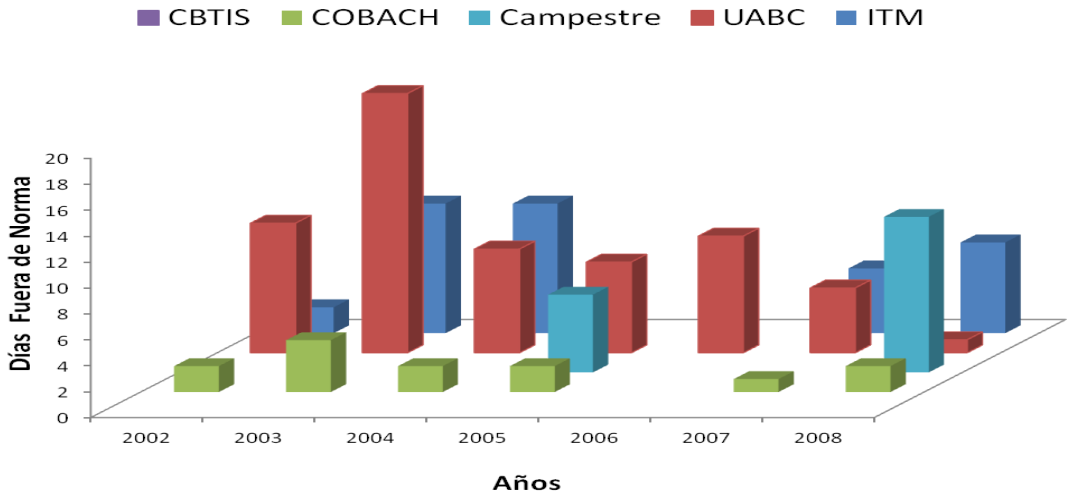
Gráfica 26. Tendencias de concentración de O_3 (8 horas). Mexicali, 2002 - 2008.
Fuente: SPA

En la gráfica 27 se muestran los días fuera de norma de O_3 promedio (1 h) en Mexicali de 1997 a 2008. Se puede notar que el número de días fuera de norma por año van disminuyendo. El año con más alto registro de O_3 fue en 1997.



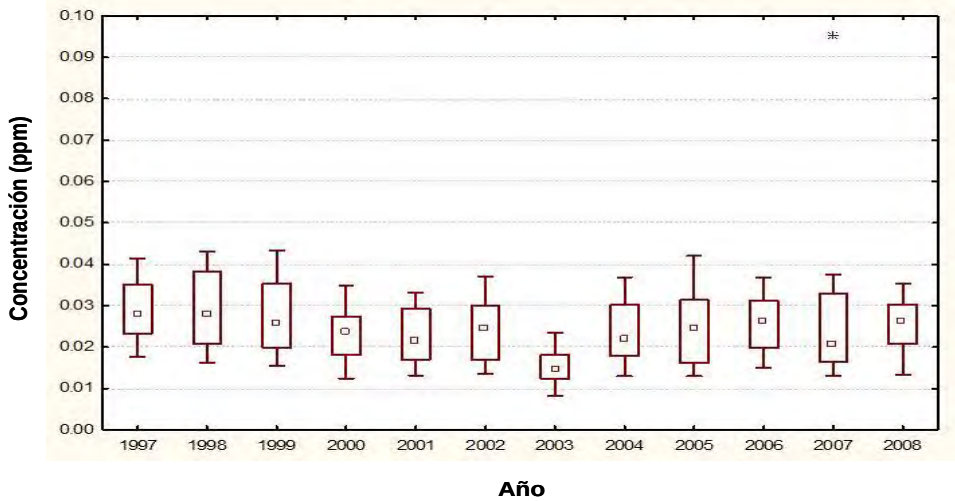
Gráfica 27. Días fuera de norma de O_3 promedio (1 hora) en Mexicali, 1997 – 2008.
Fuente: SPA

.



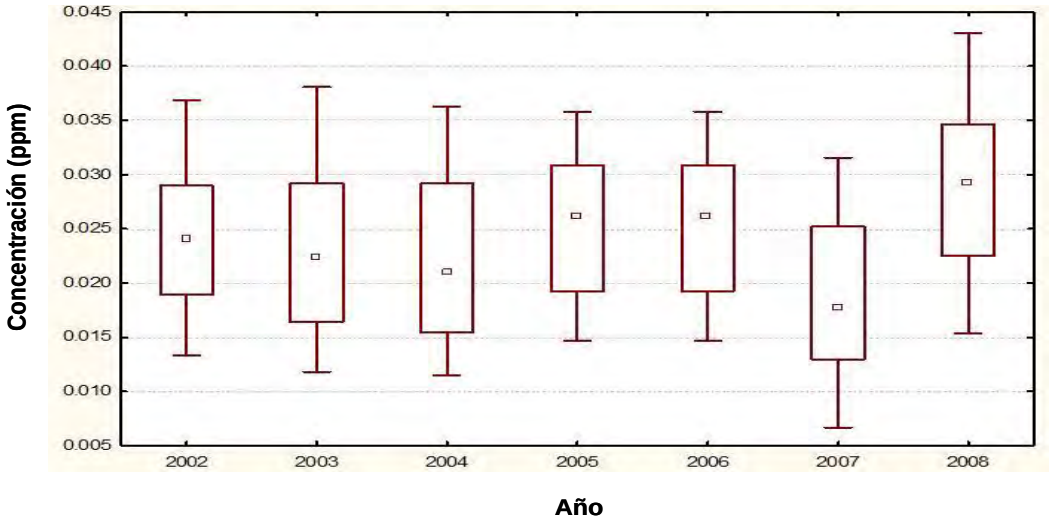
Gráfica 28. Días fuera de norma de O_3 promedio (8 horas). Mexicali, 1997-2008.
Fuente: SPA

Mientras que en esta gráfica se muestra la distribución de las concentraciones diarias máximas de las cinco estaciones históricas de O_3 promedio (1 h) en Mexicali de 1997 a 2007. Se observa que los valores más elevados se dan en 1998.



Gráfica 29. Concentración de O_3 (1 hora) para Mexicali para los años 1997 – 2008.
Fuente: SPA

La gráfica 30 muestra la distribución de las concentraciones diarias máximas de las cinco estaciones históricas de O_3 promedio (8 h) en Mexicali de 2002 a 2008. Se observa que los valores más elevados se dan en el 2008.

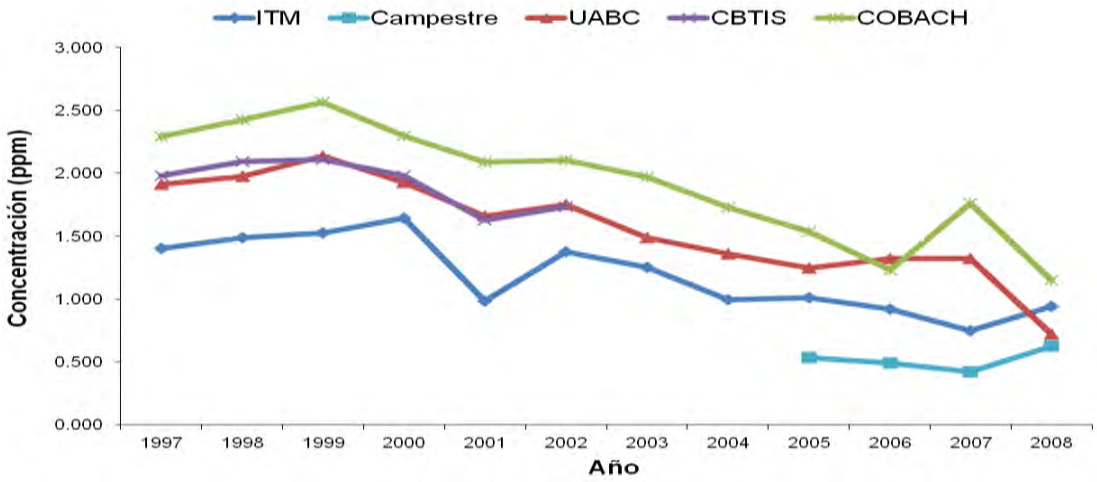


Gráfica 30. Concentración de O_3 (8 horas) en Mexicali 2002-2008.
Fuente: SPA

3. Monóxido de Carbono (CO)

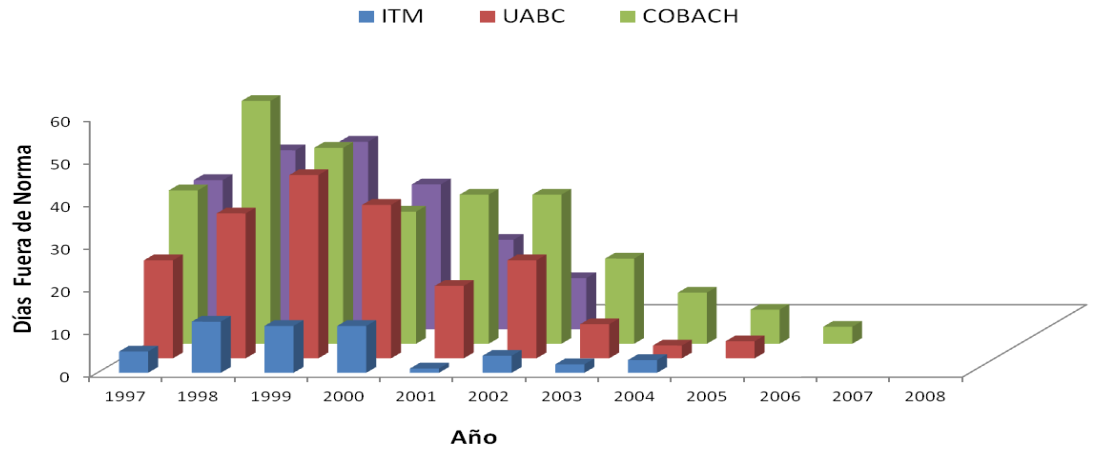
Las emisiones de monóxido de carbono (CO) estimadas en el inventario de emisiones fueron de más de 78 mil ton, de las cuales el 70% corresponden al sector transporte; el 4% al sector industrial de jurisdicción federal y 22% a las fuentes de área.

La siguiente gráfica presenta el promedio anual de concentraciones de CO por estación de monitoreo en Mexicali de 1997 a 2008. Se observa que se tuvieron los valores mayores en COBACH en 1999.



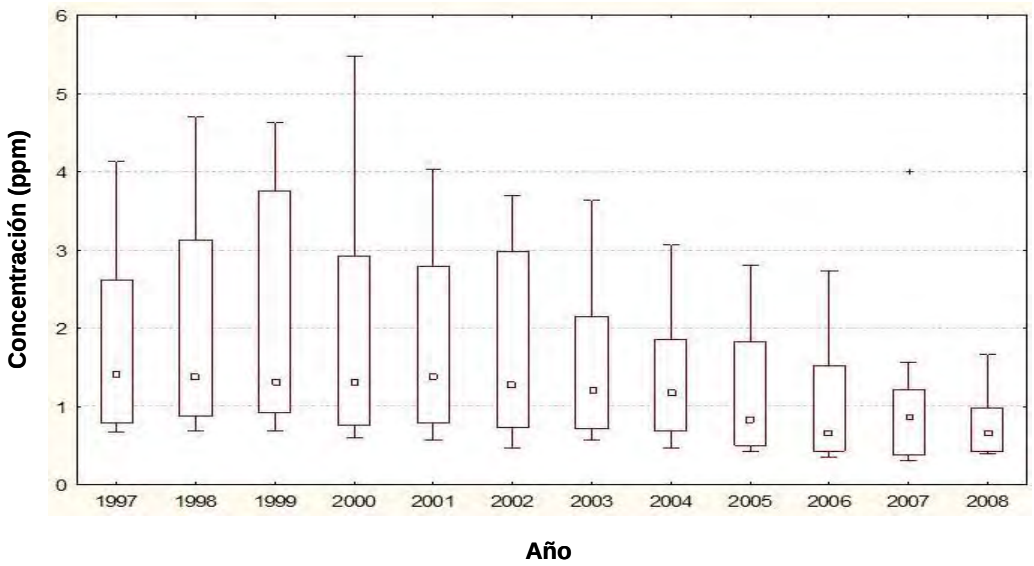
Gráfica 31. Promedio anual de concentraciones de CO en las estaciones de Mexicali 1997-2008. Fuente: SPA

En la gráfica 32 se muestran los días fuera de norma de CO en Mexicali de 1997 a 2008. Se puede notar que el número de días fuera de norma por año van disminuyendo. El año con más alto registro de días fuera de norma de CO fue en 1998.



Gráfica 32. Días fuera de norma para CO en las estaciones para Mexicali 1997-2008. Fuente: SPA

En la gráfica 33 se muestra la tendencia histórica de las concentraciones diarias máximas de CO de las cinco estaciones de monitoreo en Mexicali, 1997 - 2008. Se observa que los valores más elevados se dan en 1999 y en el 2002. Hay una disminución de la concentración de CO en los años más recientes, en particular en el 2007- 2008.

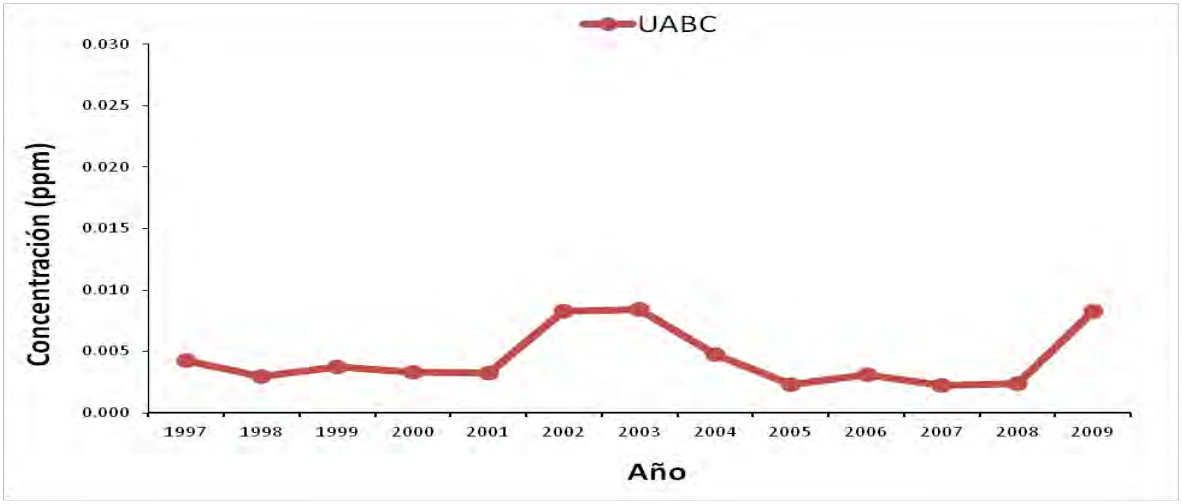


Gráfica 33. Concentraciones de CO en Mexicali 1997-2008.
Fuente: SPA

4. Dióxido de Azufre (SO_2)

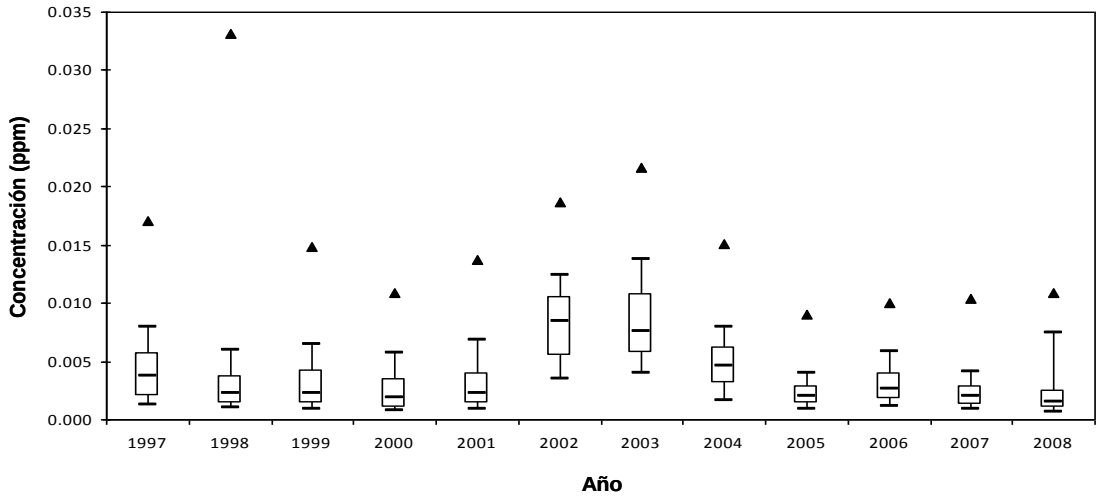
El dióxido de azufre (SO_2) no ha sido un problema prioritario en Mexicali, por eso se determinó hacer un seguimiento de este compuesto únicamente en la Estación de Monitoreo de la UABC, la cual ha mantenido su operación continua en una forma relativamente constante desde 1997.

En la siguiente gráfica se muestra la tendencia de los promedios anuales de SO_2 entre 1997 y 2008 y su comparación con la norma de calidad del aire respectiva. Cabe señalar que en algunos años el número de datos disponibles para esta evaluación no alcanzó el 75% de los datos requeridos para establecer estos promedios, sin embargo, con fines de ilustración de la tendencia se considera a ésta como representativa de la situación en Mexicali. Se observa que los valores más elevados se dan en los años 2002 y 2003 y que en ningún caso se aproximan los promedios a la norma de calidad del aire NOM-022-SSA1-1993 (en 2010 esta norma se actualizó y cambiaron los valores de concentración máxima).



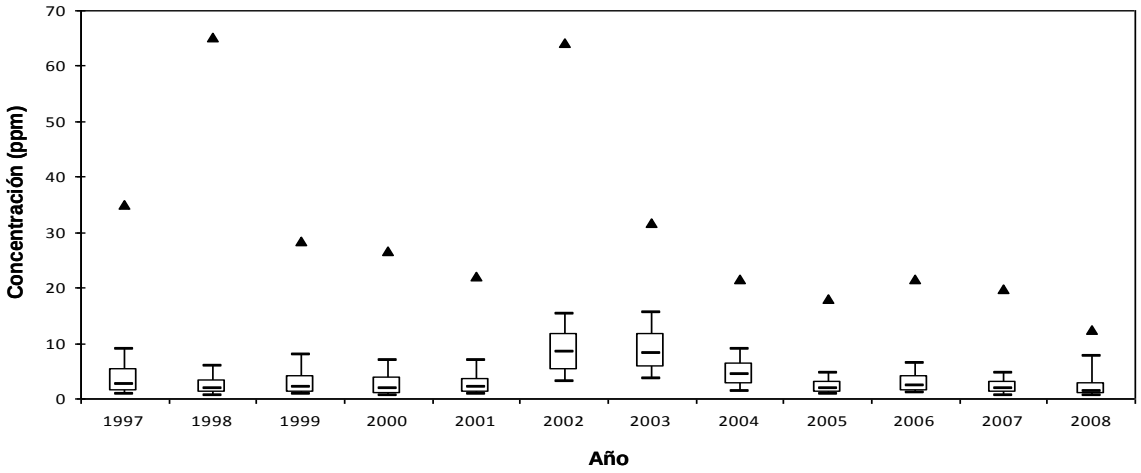
Gráfica 34. Promedio anual de concentraciones horario de SO_2 en la estación UABC de Mexicali, 1997-2009.
Fuente: SPA

En la gráfica 35 se muestra la tendencia histórica de distribución estadística anual de las concentraciones promedio diarias de SO_2 de la estación de monitoreo UABC en Mexicali, 1997-2008. Se observa que el valor máximo se registró en 1998, en tanto que la mayor ocurrencia de valores relativamente altos entre 2002 y 2003. Se observa un ligero repunte en el percentil 90 de los valores para el año 2008. Sin embargo, así como para el caso de los promedios anuales, los promedios de 24 h se ubicaron en todos los años muy por abajo de la norma respectiva que señala que este promedio no debe rebasar las 0.110 ppm.



Gráfica 35. Tendencia histórica de las concentraciones diarias de SO_2 (24 h) en la estación UABC periodo 1997-2008. Nota: Los máximos son mostrados en la gráfica en forma de triángulos.
Fuente: SPA

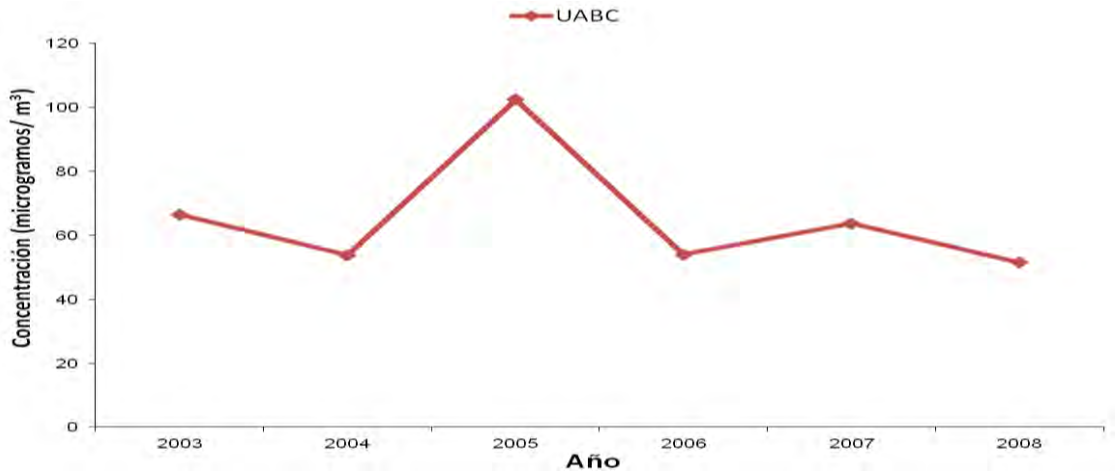
Finalmente, la gráfica 36 muestra la tendencia histórica de los valores promedio 8 h máximo por día de SO_2 para esta misma estación en el periodo 1997-2008. En esta gráfica se observa un comportamiento muy similar al de los promedios de 24 h con un periodo entre 2002 y 2003 con valores relativamente mayores con respecto a los otros años y un ligero repunte en el percentil 90 para el año 2008. Como se muestra en esta gráfica, los valores máximos se registraron en 1998 y 2002. No obstante, los máximos de este promedio de 8 h para todos los casos siempre fue mucho menor que el valor establecido por la norma respectiva que indica que no se debe rebasar una concentración promedio de 0.200 ppm más de dos veces al año.



Gráfica 36. Tendencia histórica de las concentraciones promedio (8 horas) máximo por día de SO_2 (8 h) en la estación UABC de Mexicali en el periodo 1997-2008.Nota: Los máximos son mostrados en la gráfica en forma de triángulos.
Fuente: SPA

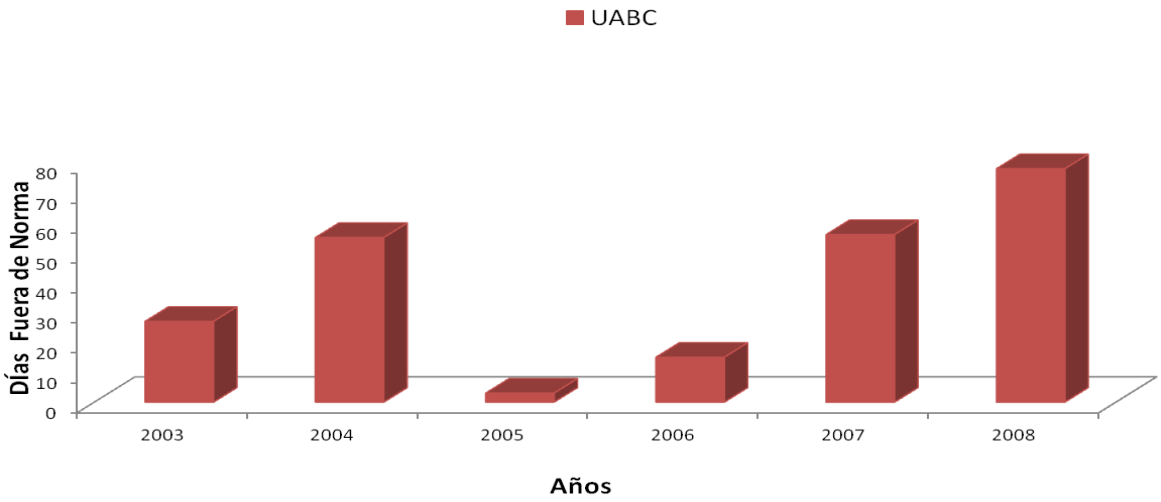
5. Material Particulado $PM_{2.5}$

En la gráfica se observa la concentración anual de $PM_{2.5}$ desde que se inició su muestreo en la estación de monitoreo de la UABC en el 2003 usando la técnica de la atenuación beta (BAM). Es menester comentar que se tuvieron valores discontinuos durante el año, viniendo a ser el 2004 el más completo.



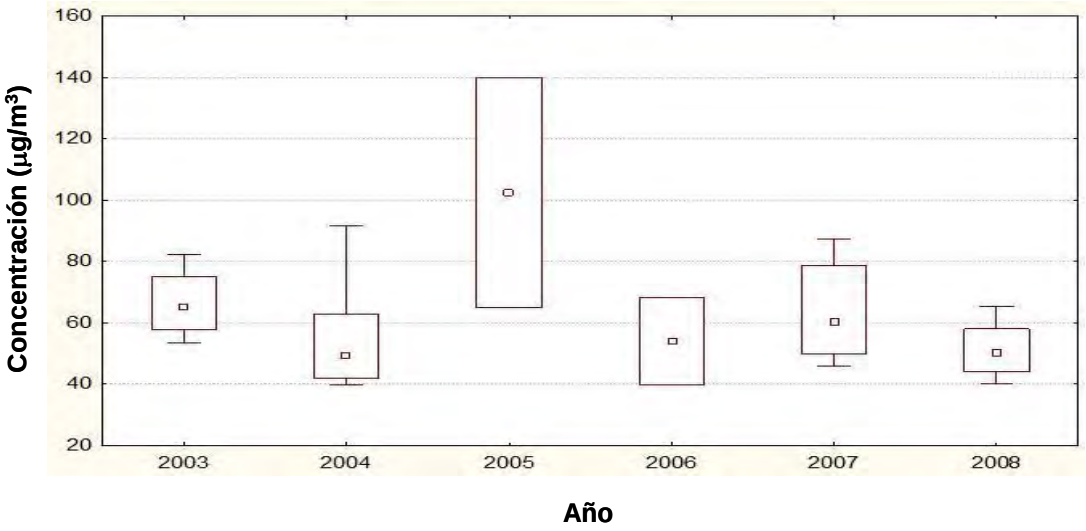
Gráfica 37. Concentración de $PM_{2.5}$ para la estación meteorológica de UABC.
Fuente: SPA

En la gráfica 38 se observan los días fuera de norma para $PM_{2.5}$, donde 2008 ha sido el de mayor número de días fuera de norma observados.



Gráfica 38. Días fuera de norma para $PM_{2.5}$ en la UABC, 2003-2008.

En la siguiente gráfica se muestra la tendencia histórica de las concentraciones diarias máximas de $PM_{2.5}$ de la estación de monitoreo UABC 2003-2008. Se observa que los valores más elevados se dan en el 2005.



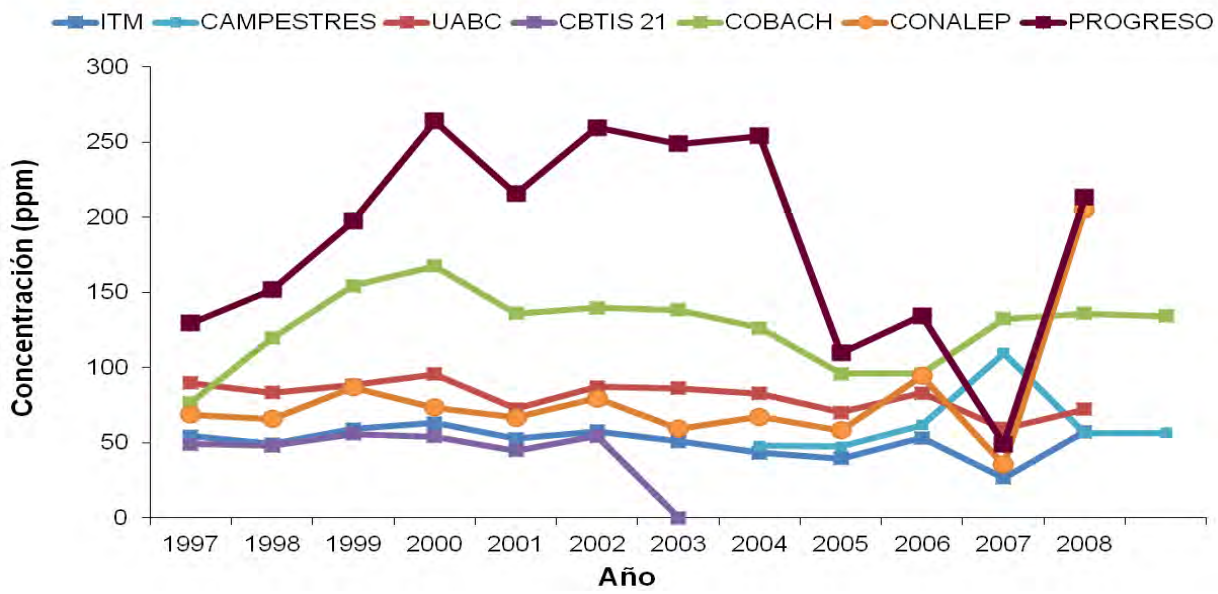
Gráfica 39. Tendencia histórica de la concentración de $PM_{2.5}$ en la estación de monitoreo UABC, 2003 – 2008.
Fuente: SPA

6. Material Particulado PM_{10}

El contaminante más importante en la problemática de la calidad del aire de la Ciudad de Mexicali son las partículas PM_{10}.

El último Inventario de Emisiones año base 2005, reporta un estimado de emisiones PM_{10} primarias del orden de 53 mil ton/año, de las cuales el 87% provendría de la resuspensión eólica en caminos pavimentados y no pavimentados y el restante 13% por el sector industrial y fuentes móviles (WGA, 2008)

La gráfica siguiente, presenta el promedio anual de concentraciones de PM_{10} por estación de monitoreo en Mexicali de 1997 a 2008. Se observa que se tuvieron los valores mayores en el 2000 en la Progreso; aunque la tendencia va hacia la baja para el 2008 en general.

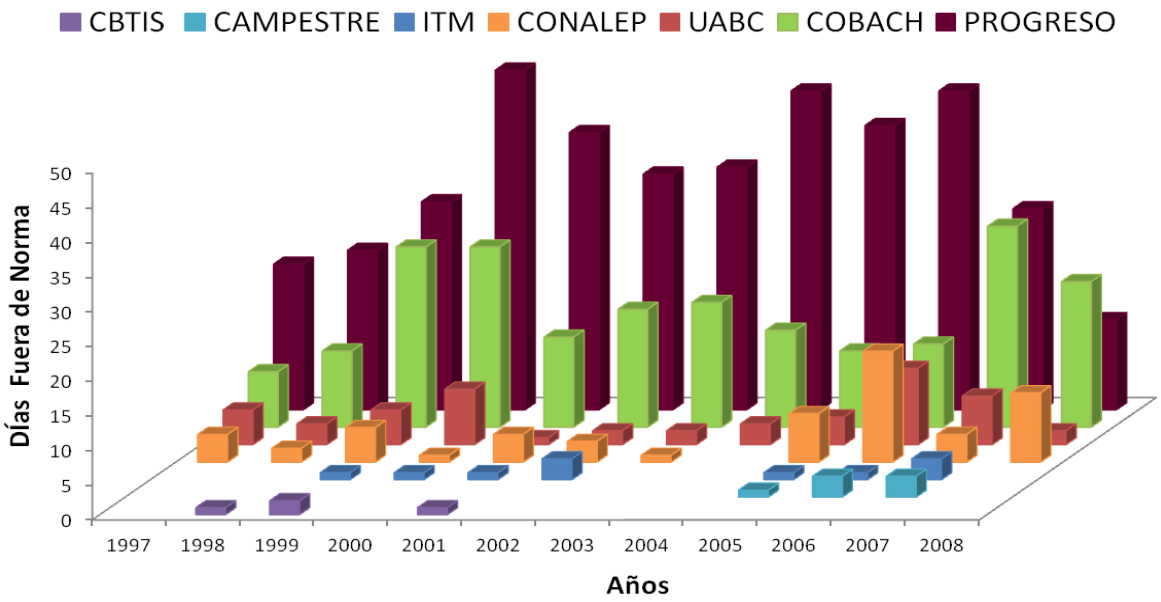


Gráfica 40. Promedio anual de concentraciones horarias de PM_{10} por estación de monitoreo en Mexicali, 1997 – 2008.

Fuente: SPA

En la gráfica 41 se observan los días en que se rebasó la norma para PM_{10}, donde el 2000 ha sido el de mayor número de días fuera de norma observadas en la Estación de Monitoreo Progreso. El análisis de las concentraciones de PM_{10} medidas en Mexicali mostró que la Estación Progreso presenta los mayores valores durante los años analizados.

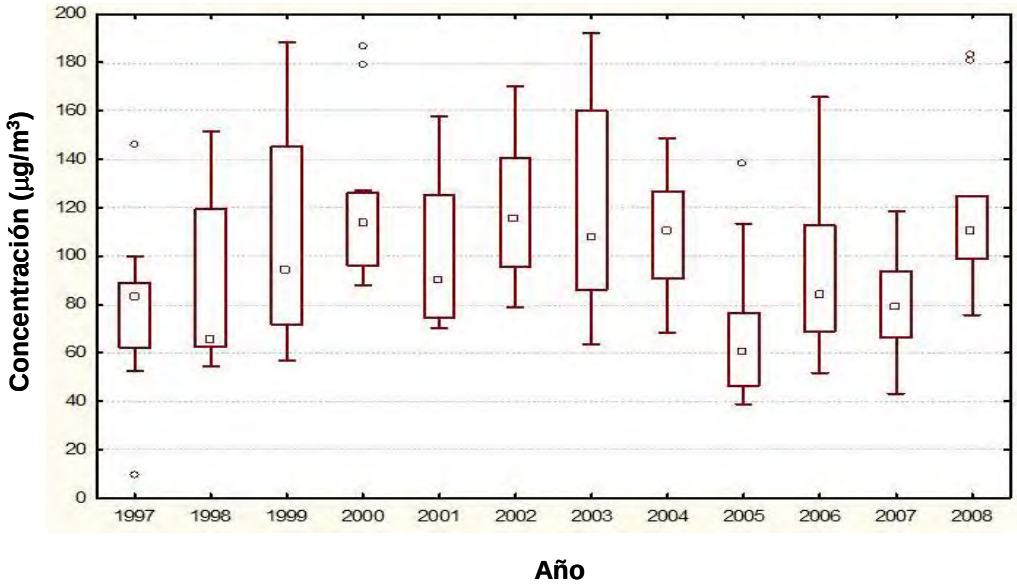
En la cercanía de la estación se observa una calle sin pavimentar y que el equipo no tiene la altura correspondiente, lo cual sesgaría el comportamiento general de PM_{10} registrados en ésta estación, y afectar los promedios de concentraciones de partículas en Mexicali. Debido a lo anterior, el INE recomendó en 2007 revisar el objetivo de medición de la Estación Progreso y una vez analizada la representatividad espacial que se desea obtener, decidir si cabe la posibilidad de reubicarla.



Gráfica 41. Número de días en que se rebasó la norma de PM_{10} en las diferentes estaciones de monitoreo de Mexicali, 1997-2008.

Fuente: SPA

En la gráfica 42 se muestra la tendencia histórica de las concentraciones diarias máximas de PM_{10} en las siete estaciones de monitoreo de Mexicali de 1997 a 2008. Se observa que los valores más elevados se dan en el 2003 y hacia el 2008 estos tienden a disminuir.



Gráfica 42. Tendencias histórica de las concentraciones diarias de PM_{10} en siete estaciones de monitoreo de Mexicali, 1997-2008.

Fuente: SPA

D. Conclusiones sobre Calidad del Aire

Es importante mencionar que este análisis se efectuó con información de 12 años de datos acumulados desde el inicio de la operación de los monitores de calidad del aire (base de datos de AQS, EPA), por lo que las tendencias observadas se puede decir que son representativas del comportamiento de los contaminantes. Se pueden establecer algunas conclusiones sobre la calidad del aire de Mexicali:

- Los días fuera de norma para O_3 (1 h) han ido disminuyendo desde 1997 como una tendencia general. De 16 días fuera de norma al año en 1997 bajo a 4 en el 2008. Para O_3 (8 h), la cual se empezó a evaluar en el 2002 la tendencia ha sido también hacia una disminución, pero menos drástica. Las concentraciones promedio de O_3 (1 h y 8h) se han mantenido constantes.
- En cuanto al comportamiento de los días fuera de norma de NO_2 se dieron en un rango de dos a tres de 1998 a 2004, respectivamente. Del 2005 al 2008 no se rebasó el valor máximo de la norma. En el análisis del promedio anual de concentraciones de NO_2 se observaron dos episodios relevantes, uno en COBACH con valores altos, y otro bajo en el campestre en el 2007. La tendencia histórica de las concentraciones es muy semejante en 1997 y 2007, con ligeros incrementos en los años intermedios.
- El registro del promedio anual de concentraciones de CO muestra una tendencia hacia la baja en todas las estaciones, con excepción del COBACH que muestra un episodio aislado en el 2007. Es el contaminante que registra los mayores días fuera de norma durante el período y a su vez el mayor contraste: 144 días fuera de norma en 1999 y cero días fuera de norma en el 2008. El período en que se incrementaron los niveles de CO incluso por arriba de la norma fue en la época fría del año, debido a la condición de alta estabilidad atmosférica que prevalece en esos meses.
- En el caso del SO_2, éste no excedió ninguna de las normas aplicables (promedio anual, promedio máximo en 24 h y promedio máximo en 8 h) en el período de análisis ni tampoco se detectó una tendencia de crecimiento definitivo. Por esa razón se dejó de hacer un seguimiento al SO_2 en todas las estaciones automáticas (ITM y COBACH 2002, y en el CBTIS en el 2001), con excepción de la UABC que es la única que a la fecha realiza el seguimiento.
- Las partículas finas PM_{10} excedieron la norma principalmente durante la época de invierno, en los meses sin lluvia. La Estación Progreso es la que registró el mayor promedio anual horario, seguida por COBACH, lo cual se explica por su posición geográfica. En el caso de la Estación Progreso es importante considerar su reposicionamiento, por la altura del muestreador, y la vecindad de una calle no pavimentada. Esto hace que Mexicali se

situé como una de las ciudades más contaminadas por PM_{10} en la frontera México-EUA y tercera a nivel nacional.

- Las partículas $PM_{2.5}$ han estado excediendo la norma desde el inicio de su medición. El 2008 ha sido el año con más días fuera de norma con 80 en el año. El 2005 fue el año con registros más dispersos.
- En cuanto al comportamiento de los contaminantes por zona, en Mexicali se tiene que con mayor frecuencia se rebasa la norma de O_3 y CO en el oeste (COBACH). El NO_2 lo hace con mayor frecuencia en la zona este de la ciudad (UABC). En cuanto a las partículas PM_{10} la zona oeste presenta más del 50% de los muestreos fuera de norma (Progreso y COBACH).
- Es conveniente aclarar que algunas de las tendencias en la disminución de contaminantes no implican que la situación en cuanto a calidad del aire en la ciudad sea óptima, pues aún se presentan episodios cercanos o excedentes a los límites máximos permisibles vigentes en la legislación mexicana.

IV. Inventario de Emisiones.

El primer antecedente de inventarios de emisiones desarrollados para Mexicali fue el que se publicó como parte del Programa para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire), para el año base de 1996 (ProAire, 1999). Posteriormente se publicó un segundo inventario para Mexicali, en 1999, dentro del Inventario Nacional de Emisiones de México (INE, SEMARNAT, 2006), el cual tomó como base las emisiones por fuentes industriales presentadas en el inventario desarrollado para Mexicali en 1996. Para 2008, la SPA solicitó una actualización al inventario de emisiones para el municipio tomando como año base 2005 (ERG, 2008) considerando que la última versión de un inventario existente en Mexicali ya que se necesitaba una herramienta actual y efectiva para la toma de decisiones en torno a la Gestión de la Calidad del Aire. Con base a lo anterior, los objetivos específicos del inventario de emisiones para Mexicali 2005 buscaron proporcionar una base técnica actualizada y exacta para la planeación de la calidad atmosférica en el municipio.

De acuerdo con ERG (2008), en este último inventario de emisiones se obtuvieron recolectando información de fuentes fijas que proporcionó tanto la SEMARNAT como la SPA, considerando por lo menos un 80% de las fuentes fijas de jurisdicción federal y jurisdicción estatal ubicadas dentro del municipio de Mexicali. Asimismo, para el caso de las fuentes de área y fuentes móviles (no carretera) se emplearon datos de actividad presentados por las agencias de gobierno de Mexicali y otros contactos locales. Finalmente, en el caso de las fuentes móviles carreteras se usaron datos de actividad vehicular (p.ej., kilómetros recorridos por vehículo [KRV]) que se obtuvieron por medio de modelación de tráfico y congestionamiento en el municipio. En esta ocasión, las emisiones generadas por la erosión de suelos y la vegetación no fueron calculadas debido a falta de información. En dicho inventario se consideraron ocho contaminantes, los cuales se enlistan a continuación:

- Óxidos de nitrógeno (NOx)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- Compuestos orgánicos volátiles (COV)
- Monóxido de carbón (CO)
- Partículas menores de 10 micrómetros (µm) en diámetro aerodinámico (PM_{10})
- Partículas menores de 2.5 µm en diámetro aerodinámico ($PM_{2.5}$)
- Amoniaco (NH_3)

- Metano (CH_4)

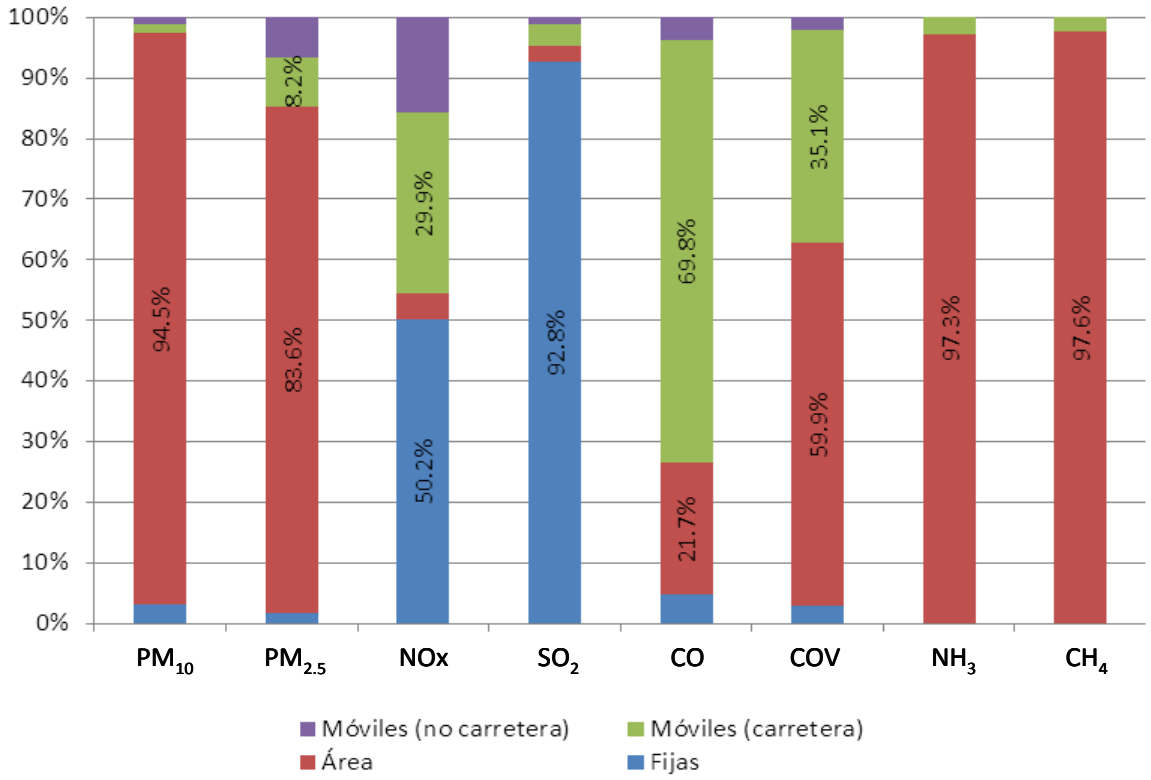
Adicionalmente, los datos resultantes del inventario de emisiones Mexicali 2005 (para contaminantes no metano) se adaptaron para usarse en un modelo de calidad atmosférica con la finalidad de entender la contribución de las emisiones de Mexicali a las concentraciones de contaminantes criterio en la región.

De acuerdo con el inventario de emisiones de contaminantes criterio 2005, en Mexicali se liberan a la atmósfera cerca de 49 mil toneladas de PM_{10} y poco más de 7 mil toneladas de $PM_{2.5}$ al año de los cuales el principal aporte lo representan las fuentes de área. Por otro lado, se generaron aproximadamente 26 mil toneladas de NOx y 4 mil quinientas toneladas de SO_2 cuyo mayor aporte se identifica en las fuentes fijas. Asimismo, en la entidad durante el mismo año se registró una emisión cercana a las 79 mil toneladas de CO provenientes principalmente de las fuentes móviles carreteras y poco más de 23 mil toneladas de COV generadas entre las fuentes de área y las móviles carreteras. Finalmente se presenta una emisión cercana a 8 mil cuatrocientas toneladas de NH_3 correspondientes a fuentes de área y poco más de 5 mil toneladas al año de CH_4 que también pertenecen a las fuentes de área. En la tabla 4, se muestra la cantidad de emisiones generadas en Mexicali en unidades de toneladas por año y en el gráfico 43 se presentan los porcentajes en peso que corresponden a tipo de fuente y por contaminante.

Tabla 4. Inventario de Emisiones Mexicali 2005 por tipo de fuente (ton/año).

Fuente	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	SO_2	CO	VOC	NH_3	CH_4
Fija Federal	1,395.0	116.5	12,638.8	3,312.1	3,298.7	598.1	NE	NE
Fija Estatal	81.4		402.8	882.9	435.4	66.2	NE	NE
Área	46,157.4	6,126.7	1,093.6	118.9	17,104.2	13,881.4	8,178.5	5,473.4
Móvil carretera	694.0	604.0	7,775.0	153.0	54,979.0	8,144.0	229.0	131.0
Móvil no carretera	499.1	483.8	4,068.8	55.3	2,909.3	492.5	NE	NE
Total	**48,826.8**	**7,331.0**	**25,978.8**	**4,522.1**	**78,726.6**	**23,182.2**	**8,407.5**	**5,604.2**

Notas: *Las sumatorias pueden no coincidir, debido al redondeo de cifras.*
NE significa que no se estimaron las emisiones debido a falta de datos.



Gráfica 43. Inventario de Emisiones Mexicali 2005 agregado por tipo de fuente (porcentaje en peso por contaminante)

A diferencia de los datos de emisiones del año base 1996, en el año 2005 el sector transporte tiene aportación importante solamente en dos contaminantes: genera el 69.8 % del CO y el 29.9 % de los NOx. Por el contrario, las fuentes de área aumentaron sus contribuciones, emiten el 94.5 % de las PM_{10}, el 21.7 % del CO y el 59.9 % de los hidrocarburos. El 93% de las emisiones de SO_2 corresponden al sector industrial, el cual también contribuye con el 59% de las emisiones de NOx. A continuación se presenta una tabla con los principales resultados del inventario de forma desagregada.

Tabla 5. Inventario de Emisiones Mexicali 2005, desagregado por tipo de fuente (ton/ año).

Fuente	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	SO_2	CO	COV	NH_3	CH_4
Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal								
Generación de energía eléctrica	1,108.8	NE	11,643.8	25.8	2,893.9	25.0	NE	NE
Industria del vidrio	243.3	87.7	797.3	2,567.6	238.5	18.1	NE	NE
Industria del papel	40.6	26.6	187.6	715.4	73.1	0.5	NE	NE
Manufactura de equipo de transporte	0.1	0.1	8.5	1.6	1.2	68.6	NE	NE
Fabricación de los productos petrolíferos y del carbón	NE	NE	NE	NE	NE	416.3	NE	NE
Industria Química	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NE	NE
Otra manufactura industrial	2.2	2.0	1.5	1.5	92.1	69.7	NE	NE
Subtotal	**1,395.0**	**116.5**	**12,638.8**	**3,312.1**	**3,298.7**	**598.1**	**NE**	**NE**
Fuentes Fijas de Jurisdicción Estatal								
Minería (metálica y no metálica)	11.7	NE	1.3	0.0	0.1	0.0	NE	NE
Industria de alimentos	20.4	NE	63.6	55.2	221.0	0.0	NE	NE
Bebidas/industria del tabaco	0.0	NE	1.6	0.0	0.2	0.0	NE	NE
Industria de productos de madera	0.7	NE	0.0	0.0	0.0	0.0	NE	NE
Industria del papel	2.5	NE	5.1	0.0	2.4	3.0	NE	NE
Industria editorial	0.0	NE	0.0	0.0	0.0	0.1	NE	NE
Fabricación de los productos petrolífero y del carbón	2.5	NE	121.4	664.9	9.1	0.0	NE	NE
Industria química	0.0	NE	0.3	0.0	0.0	0.0	NE	NE
Industria del plástico y de goma	7.2	NE	24.7	106.1	8.2	1.9	NE	NE
Manufactura de materiales no metálicos	3.0	NE	10.0	0.1	6.4	4.1	NE	NE
Industria de metales primarios	0.2	NE	10.3	18.1	110.3	0.0	NE	NE
Manufactura de productos metálicos	6.3	NE	4.4	0.0	14.6	6.9	NE	NE
Manufactura de equipo y maquinaria	0.4	NE	5.4	0.0	6.8	2.1	NE	NE

Fuente	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	SO_2	CO	COV	NH_3	CH_4
Manufactura de Computadoras, comunicaciones, productos electrónicos.	8.6	NE	1.9	0.2	14.6	30.8	NE	NE
Manufactura de equipo de generación eléctrica	0.0	NE	0.0	0.0	0.0	0.0	NE	NE
Manufactura de equipo de transportación	11.1	NE	0.6	0.0	11.7	1.3	NE	NE
Manufactura de muebles	1.2	NE	1.8	0.0	5.5	13.2	NE	NE
Otra manufactura industrial	5.4	NE	143.1	0.0	24.4	2.9	NE	NE
Servicios de almacenamiento	0.0	NE	7.3	38.4	0.1	0.0	NE	NE
Subtotal	**81.2**	**NE**	**402.8**	**882.9**	**435.4**	**66.4**	**NE**	**NE**
Fuente de Área								
Combustión de Destilado Industrial	3.0	0.7	60.3	2.1	0.0	0.6	0.0	0.2
Combustión Residual Industrial	10.0	9.5	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	5.1
Combustión Industrial de Gas Natural	7.6	7.9	253.8	0.0	0.0	5.7	NE	4.0
Combustión de Gas Natural Comercial	0.2	0.2	2.3	0.0	2.0	0.1	NE	0.1
Combustión de Gas Natural Residencial	0.5	0.5	6.7	0.1	2.8	0.4	NE	0.2
Combustión de Gas LP Industrial	2.7	2.7	51.1	0.2	29.1	3.1	NE	0.7
Combustión de Gas LP Comercial	1.2	1.2	21.4	0.1	12.2	1.3	NE	0.3
Combustión de Gas LP Residencial	5.0	5.0	93.4	0.3	53.2	5.7	NE	1.4
Polvo de Camino Pavimentado	4,182.0	383.0	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Polvo de Camino Sin Pavimentar	38,402.8	3,819.0	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Asados al Carbón/Vendedores Ambulantes	68.4	54.6	2.5	NE	136.2	8.8	NE	NE
Panaderías	NE	NE	NE	NE	NE	107.0	NE	NE
Actividades de Construcción – Residencial	15.2	3.2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Actividades de Construcción – Industrial/Comercial	107.6	22.4	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Recubrimiento de Superficie Arquitectónica (base solvente)	NE	NE	NE	NE	NE	282.6	NE	NE

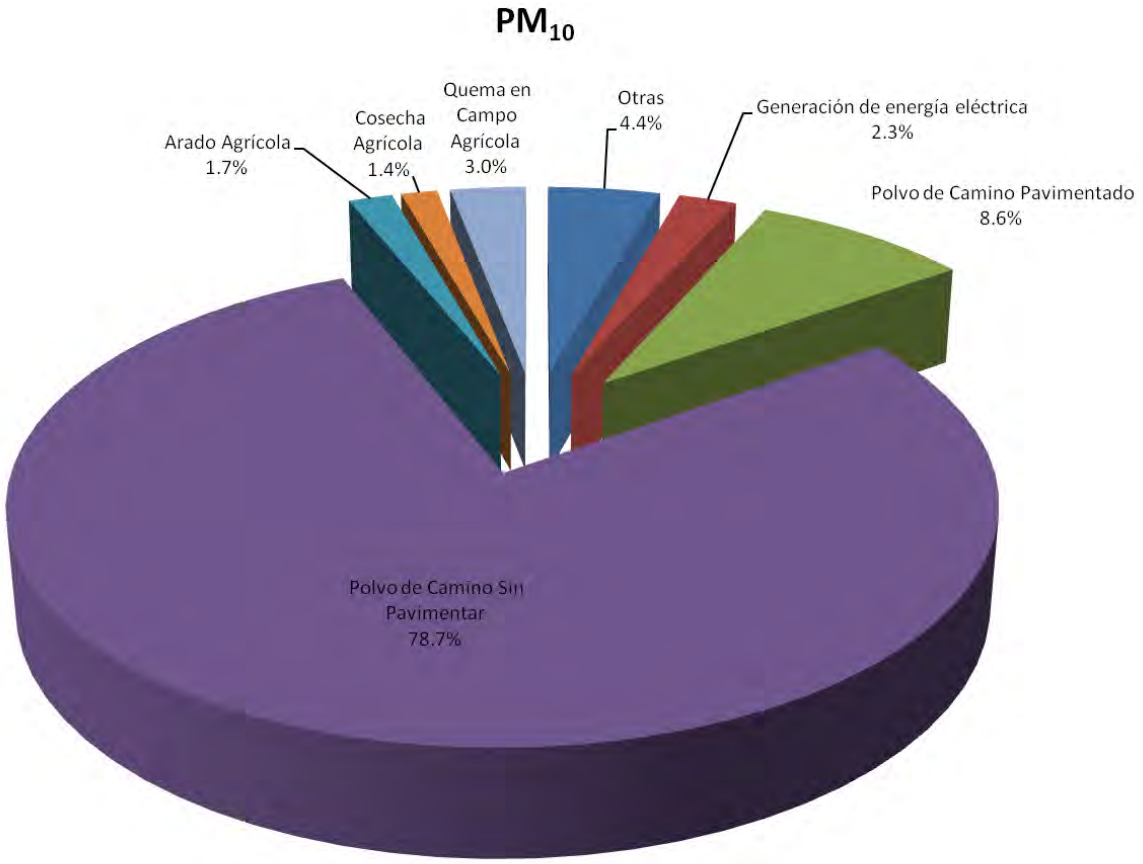
Fuente	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	SO_2	CO	COV	NH_3	CH_4
Recubrimiento de Superficie Arquitectónica (base agua)	NE	NE	NE	NE	NE	151.8	NE	NE
Acabado de Carrocería	NE	NE	NE	NE	NE	71.4	NE	NE
Marcadores de Tráfico	NE	NE	NE	NE	NE	51.8	NE	NE
Recubrimiento de Superficie Industrial – Muebles de Madera	NE	NE	NE	NE	NE	58.8	NE	NE
Recubrimiento de Superficie Industrial – Otros Productos Metálicos	NE	NE	NE	NE	NE	913.6	NE	NE
Recubrimiento de Superficie Industrial – Electrónica	NE	NE	NE	NE	NE	29.5	NE	NE
Recubrimiento de Superficie Industrial – Automotriz	NE	NE	NE	NE	NE	1,162.3	NE	NE
Recubrimiento de Superficie Industrial – Otro Transporte	NE	NE	NE	NE	NE	296.9	NE	NE
Recubrimiento de Superficie Industrial – Otra Manufactura	NE	NE	NE	NE	NE	1,145.4	NE	NE
Cosecha Agrícola	696.5	154.4	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Quema en Campo Agrícola	1,448.0	1,380.1	563.6	114.8	15,770.8	978.0	NE	NE
Aplicación de Fertilizantes – Amoniaco Anhídrido	NE	NE	NE	NE	NE	NE	599.4	NE
Aplicación de Fertilizantes – Urea	NE	NE	NE	NE	NE	NE	4,426.0	NE
Aplicación de fertilizante – N-P-K	NE	NE	NE	NE	NE	NE	396.3	NE
Aplicación de fertilizante – Nitrato de calcio	NE	NE	NE	NE	NE	NE	2.4	NE
Aplicación de fertilizante – Fosfato de amonio	NE	NE	NE	NE	NE	NE	1.3	NE
Comederos de ganado para la producción de carne	263.7	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Amoniaco y COV de Ganado – Ganado Lechero	NE	NE	NE	NE	NE	292.8	1,260.8	NE
Amoniaco y COV de Ganado – Ganado para producción de carne de res	NE	NE	NE	NE	NE	930.3	1,442.0	NE
Amoniaco y COV de Ganado – Puerco	NE	NE	NE	NE	NE	9.9	33.3	NE
Amoniaco y COV de Ganado – Ovejas	NE	NE	NE	NE	NE	4.0	12.4	NE
Amoniaco y COV de Ganado – Cabras	NE	NE	NE	NE	NE	2.5	3.4	NE
Incendios de Estructuras	0.7	0.7	0.1	NE	4.2	0.8	NE	0.2

Fuente	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	SO_2	CO	COV	NH_3	CH_4
Cruces Fronterizos	2.1	1.7	18.7	0.4	388.3	42.5	1.4	NE
Ladrilleras	96.6	93.0	19.6	1.1	705.4	639.5	NE	NE
Subtotal	**46,157.4**	**6,126.7**	**1,093.6**	**118.9**	**17,104.2**	**13,881.4**	**8,178.5**	**5,473.4**
Fuentes Móviles Carreteras								
Vehículos Carga Ligera a Gasolina (LDGV)	130.0	107.0	1,045.0	23.0	26,709.0	4,128.0	113.0	53.0
Camionetas Carga Ligera a Gasolina (LDGT)	167.0	141.0	1,382.0	30.0	24,177.0	3,261.0	103.0	56.0
Vehículos Carga Pesada a Gasolina (HDGV)	8.0	6.0	340.0	4.0	2,246.0	357.0	3.0	6.0
Vehículos Carga Ligera Diesel (LDDV)	2.0	2.0	11.0	0.0	17.0	9.0	0.0	0.0
Camionetas Carga Ligera Diesel (LDDT)	1.0	1.0	7.0	0.0	10.0	5.0	0.0	0.0
Vehículos Carga Pesada Diesel (HDDV)	385.0	347.0	4,956.0	96.0	1,428.0	309.0	10.0	12.0
Motocicletas (MC)	1.0	0.0	34.0	0.0	392.0	75.0	0.0	4.0
Subtotal	**694.0**	**604.0**	**7,775.0**	**153.0**	**54,979.0**	**8,144.0**	**229.0**	**131.0**
Fuentes Móviles No Carreteras								
Aeronave – Comercial	0.3	0.3	13.8	1.7	28.8	6.2	NE	NE
Unidades de Energía Auxiliar del Aeropuerto	0.1	0.1	3.4	0.3	29.4	1.0	NE	NE
Equipo para Apoyo Terrestre en el Aeropuerto	0.0	0.0	0.5	0.1	0.4	0.0	NE	NE
Locomotoras	4.6	4.2	187.1	1.6	18.5	7.1	NE	NE
Equipo para Construcción	316.5	307.1	2,812.5	37.7	1,408.2	290.7	NE	NE
Equipo Agrícola	177.5	172.2	1,051.0	13.3	712.4	177.5	NE	NE
Aeronaves – Fumigación)	0.0	0.0	0.5	0.5	711.6	10.1	NE	NE
Subtotal	**499.1**	**483.8**	**4,068.8**	**55.3**	**2,909.3**	**492.5**	**NE**	**NE**
Total	**48,826.8**	**7,331.0**	**25,978.9**	**4,522.2**	**78,726.7**	**23,182.3**	**8,407.5**	**5,604.2**

Notas: *Las sumatorias pueden no coincidir, debido al redondeo de cifras.*
NE significa que no se estimaron las emisiones debido a falta de datos.

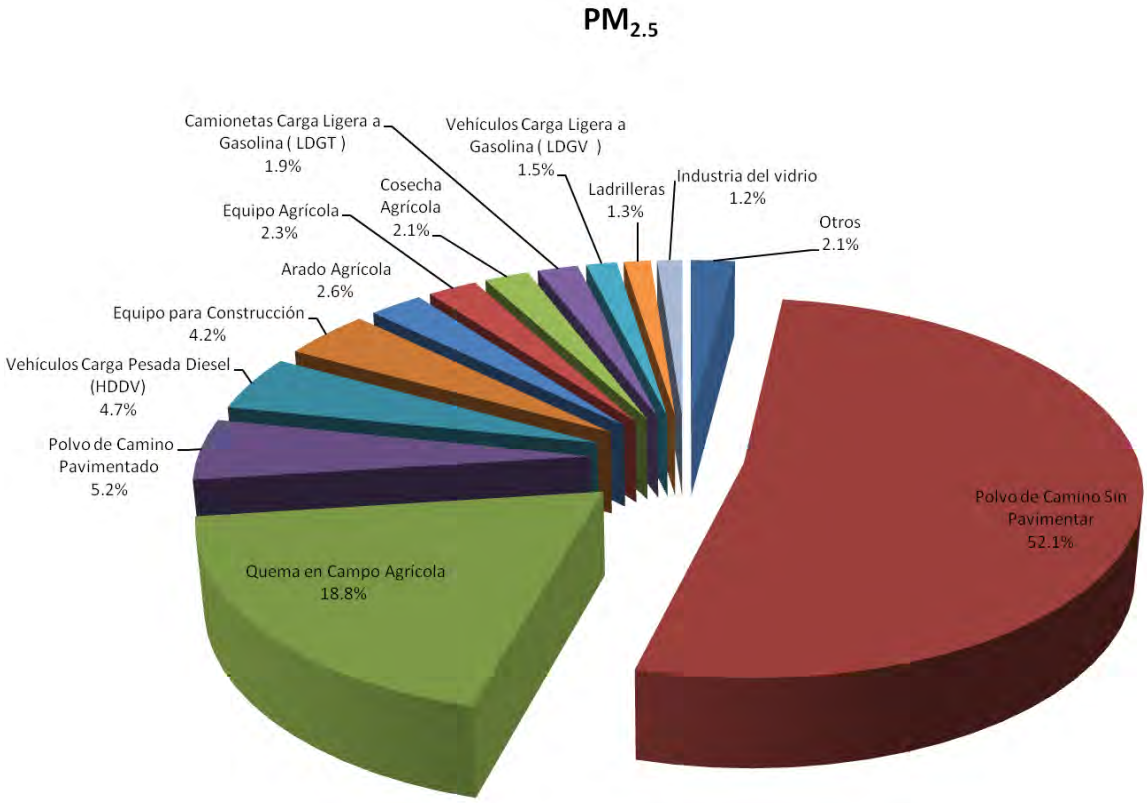
Con base en los datos presentados en la tabla anterior, a continuación se describe la participación de los diferentes sectores en la emisión total de cada contaminante.

El 78.7% de las PM_{10} emitidas en Mexicali son generadas por la circulación de vehículos sobre los caminos no pavimentados y 8.6% por la circulación sobre los caminos pavimentados, mientras que las actividades agrícolas contribuyen con el 6.1%.



Gráfica 44. Distribución porcentual de emisiones por PM_{10}.

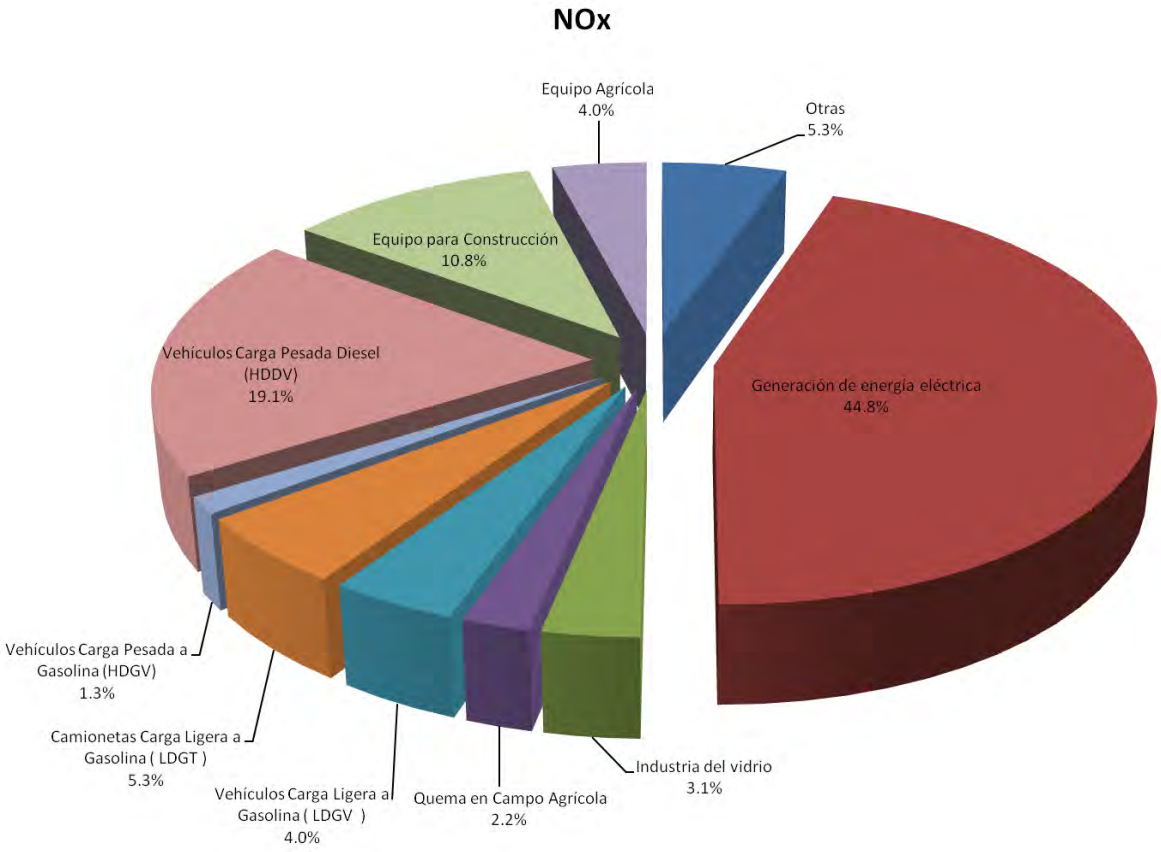
Caso similar presentan las $PM_{2.5}$, cuyos principales aportes tienen su origen en los polvos de caminos sin pavimentar y pavimentados (52.1%), en las quemas agrícolas (18.8%), uso de equipos para construcción (4.2%) y los vehículos de carga pesada diesel (4.7%); juntos en total contribuyen con el 85% del total de emisiones por $PM_{2.5}$. Ver siguiente gráfica.



Gráfica 45. Distribución porcentual de emisiones por $PM_{2.5}$

Para las emisiones totales de NOx, la siguiente gráfica indica que el sector generación de energía eléctrica tiene una fuerte contribución a dicho contaminante con un 44.8%.

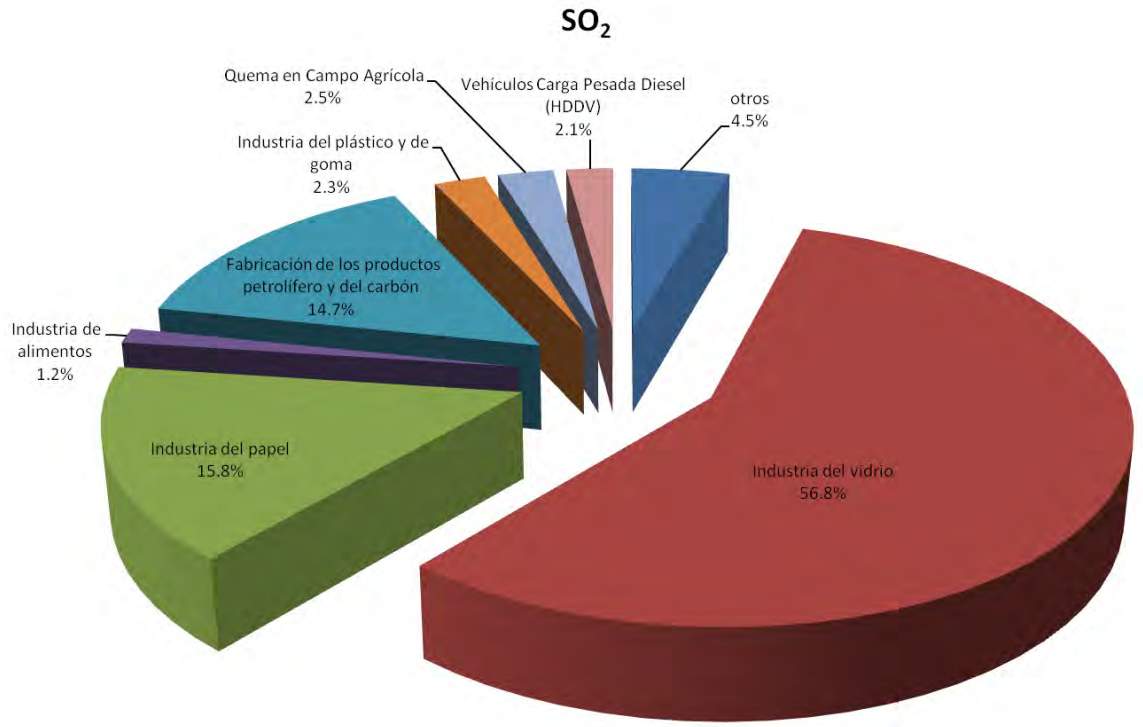
En este rubro, el sector transporte contribuye también a través de los vehículos de carga pesada diesel con 19.1%, las camionetas de carga ligera a gasolina con 5% y los vehículos de carga ligera a gasolina con el 4%; mientras que el equipo para construcción y el equipo agrícola emiten el 10.8% y el 4%, respectivamente.



Gráfica 46. Distribución porcentual de emisiones por NO_X

Por otra parte, la industria del vidrio tiene una participación muy significativa en las emisiones de SO_2, esta contribuye con 56.8%. Dicho porcentaje se ve incrementado con la aportación de la industria papelera (15.8%) y con la fabricación de productos de petróleo y carbón (14.7%) hasta un 88% del total de las emisiones por este contaminante.

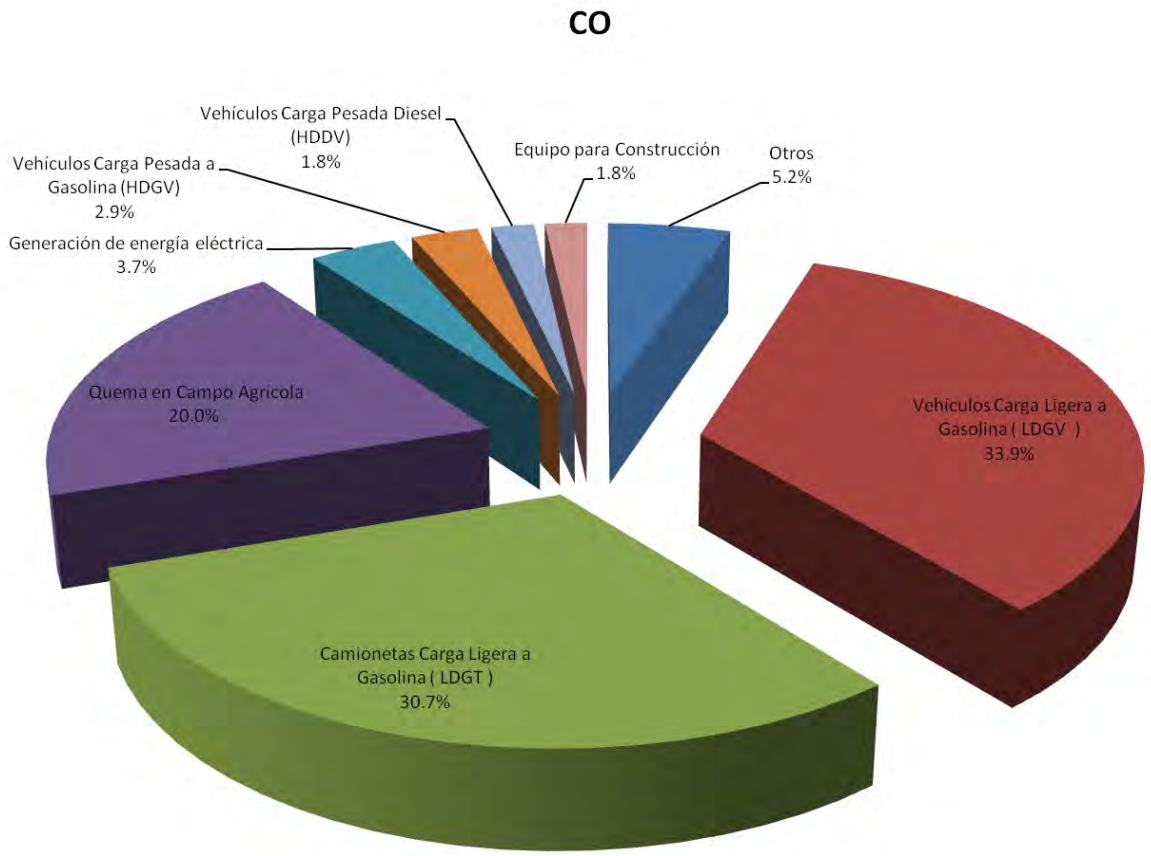
Adicionalmente, es conveniente mencionar la participación de rubros como la quema de campos agrícolas, la industria plástica y de goma y los vehículos de carga pesada a diesel que presentan el 2.5%, 2.3% y 2.1%, respectivamente.



Gráfica 47. Distribución porcentual de emisiones por SO_2.

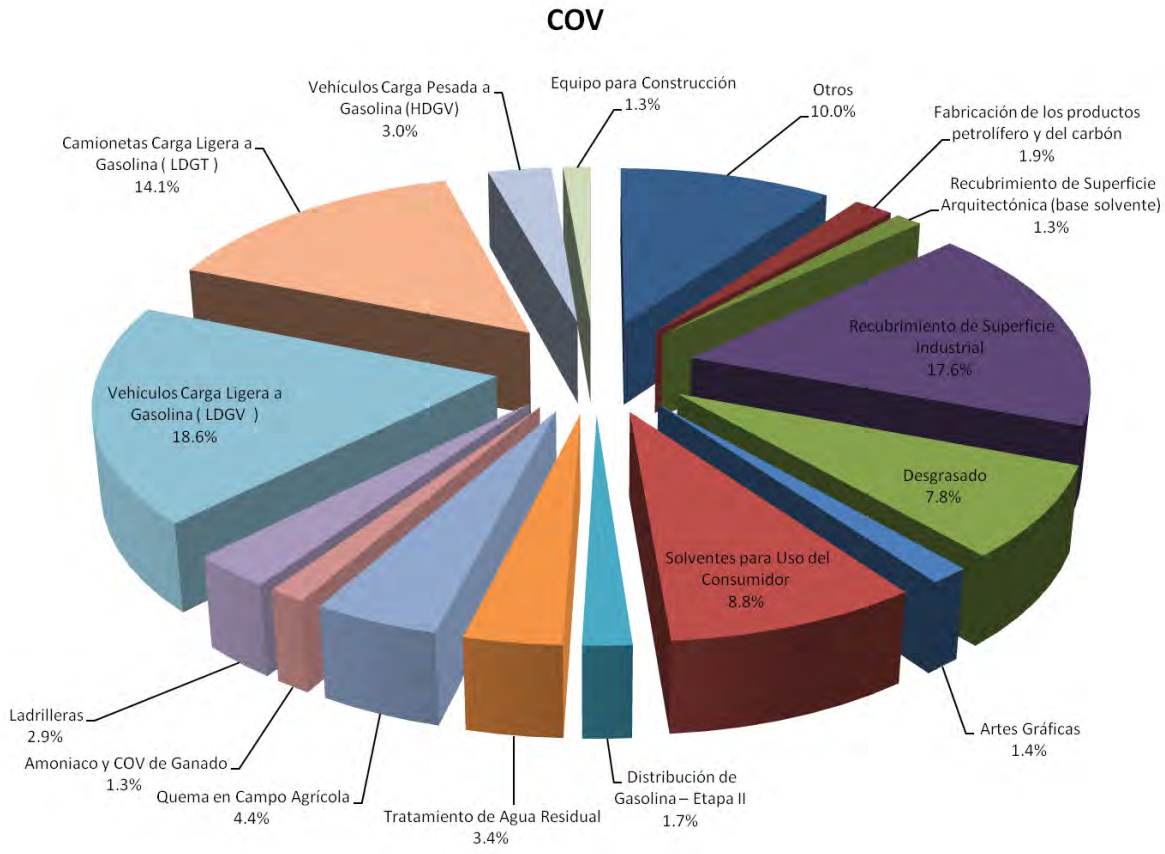
Cuando se habla de CO generalmente las emisiones provienen de vehículos (carreteras), caso que se confirma en Mexicali, pues las emisiones por este tipo de fuentes concentran en su conjunto cerca del 64.6% del total de emisiones en el municipio. Sectores de gran importancia también son el agrícola (por medio de las quemas), el de la generación de energía eléctrica y el uso de equipo para construcción, los cuales, participan con un 25.5%.

Entre las fuentes móviles y los sectores anteriormente mencionados se genera prácticamente el 95% de las emisiones de CO en Mexicali.



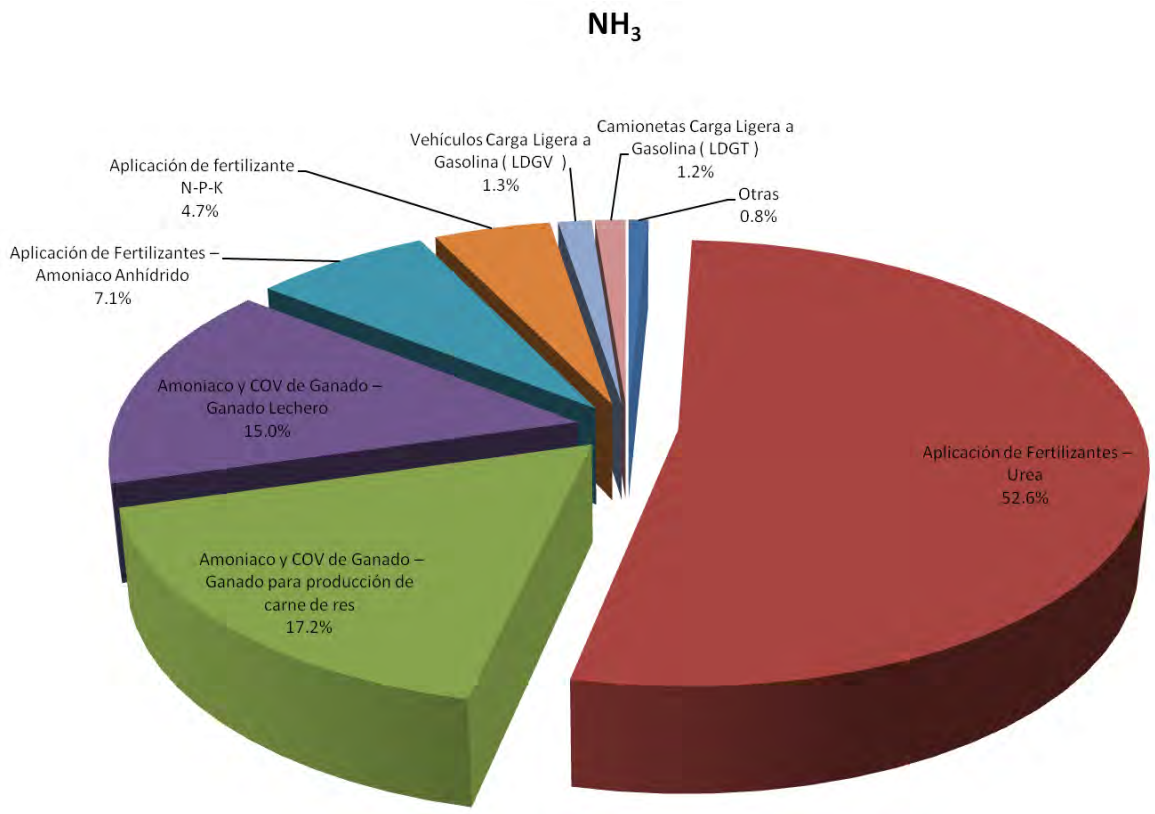
Gráfica 48. Distribución porcentual de emisiones por CO.

En el caso de los COV se encuentra una mayor diversidad de actores con aportaciones bastante equilibradas en comparación con los otros contaminantes estudiados en el presente inventario. Así pues, la figura siguiente nos muestra que los vehículos a gasolina y diesel contribuyen con 34.7%, los recubrimientos de superficie (varios) aportan en su conjunto hasta un 18.1% de las emisiones totales. Por su parte las ladrilleras, los desengrasantes (varios), los solventes para uso del consumidor (varios) así como las actividades agrícolas y ganaderas contribuyen en total con el 2.8%, 7.5%, 9.5% y 9.4% respectivamente. Todas estas actividades en conjunto aportan aproximadamente el 82% de las emisiones generadas por COV en Mexicali.



Gráfica 49. Distribución porcentual de emisiones por COV.

Las emisiones de NH_3 se generan por fuentes de área en actividades agrícolas y ganaderas de aproximadamente 64% y 32% del total. Adicionalmente, las fuentes móviles carreteras participan también con cerca de un 3% como puede apreciarse en la siguiente gráfica.



Gráfica 50. Distribución porcentual de emisiones por NH_3.

El 97.4% de las emisiones de CH_4 se presentan en los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos. Las fuentes móviles también tienen una pequeña participación, de acuerdo a lo reportado, de aproximadamente el 2.3%.

V. Efectos de la Contaminación atmosférica.

Por su origen, los contaminantes pueden clasificarse como primarios o secundarios. Los contaminantes primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera (NO_x, SO_x (SO_x=SO_2+SO_3), COV, CO, etc.). Los contaminantes secundarios se forman en la atmósfera por reacciones fotoquímicas, por hidrólisis o por oxidación (O_3, nitrato de peroxiacetilo, dióxido de nitrógeno, etc.)

Por el estado de la materia en el que se encuentran dichos contaminantes se clasifican como partículas o como gases. Las partículas son sólidos y líquidos finamente divididos que se pueden sedimentar, incluyen polvo, humo y cenizas. Los gases que incluyen también a los vapores, muchas veces son invisibles y a veces no se detectan con el sentido del olfato. Algunos de los contaminantes gaseosos más comunes son el CO, los hidrocarburos, O_3, NO_x y los SO_x. A diferencia de las partículas, los gases no se sedimentan sino que tienden a permanecer en la atmósfera, y a transformarse en compuestos más simples o más complejos o a formar parte de los ciclos biogeoquímicos

A. Efectos sobre la Salud Pública.

El material particulado (MP) incluye pequeñas gotas de líquidos o sólidos llamados aerosoles. Los agentes tóxicos y causantes de cáncer pueden unirse al MP y ser introducidos en los pulmones. La mayoría de las PM_{10} se atrapan en los conductos nasales o en la parte superior de los pulmones, donde los bellos pequeños y la mucosidad los eliminan fuera del cuerpo. Estudios recientes indican que las partículas más pequeñas ($PM_{2.5}$) pueden alcanzar partes profundas de los pulmones y permanecer atrapadas ahí, causando así serios efectos en la salud. Después de una revisión de aproximadamente 3,000 estudios de investigación relacionados al MP y O_3 (Sheth y Giel 2000), la USEPA propuso nuevos estándares de calidad del aire para regular al MP más pequeño, las $PM_{2.5}$. Por otro lado, estudios recientes realizados por Pearson et al. (2010), demuestran la relación entre las $PM_{2.5}$ y enfermedades como la obesidad y la diabetes.

La medición de la calidad del aire en Mexicali ha identificado niveles de contaminación elevados de O_3, CO, PM_{10}, y $PM_{2.5}$ lo que representa un riesgo potencial a futuro para la salud de la población. Los efectos que los contaminantes causan en la salud humana son diferentes y el grado de afectación puede variar dependiendo de la edad de las personas. En la siguiente tabla se resumen los efectos que causan algunos contaminantes según estratos de edad y los grupos en riesgo.

Tabla 6. Efectos causados por contaminantes.

Contaminante	Población Expuesta y Grupos de Riesgo	Efecto a la Salud
O_3	Adultos y niños sanos.	Disminución de la función pulmonar. Incremento de la reactividad aérea. Inflamación pulmonar.
	Atletas, trabajadores al aire libre.	Incrementos de los síntomas respiratorios (efectos que se incrementan con el ejercicio) Incremento en el número de hospitalizaciones.
	Asmáticos y personas con otras enfermedades respiratorias.	Disminución de la capacidad para realizar ejercicio.
CO	Adultos sanos.	Disminución de la capacidad para realizar ejercicio.
	Pacientes con enfermedad isquémica.	Disminución de la capacidad para realizar ejercicio (se incrementan los efectos con anemia o enfermedad pulmonar crónica) Angina de pecho.
NO_2	Adultos sanos.	Incremento de la reactividad aérea.
	Niños sanos.	Disminución de la función pulmonar. Incremento en el número de infecciones respiratorias (efectos encontrados en las casas con un uso de fuentes de combustión)
SO_2	Adultos y pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.	Incremento de síntomas respiratorios (gas altamente soluble con poca penetración aérea a distancia) Incremento de mortalidad y hospitalización por enfermedades respiratorias. Disminución de la función respiratoria (poca exposición)
PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Niños.	Incremento de síntomas respiratorios. Incremento de enfermedades respiratorias. Disminución de la función pulmonar (efectos vistos en combinación con SO_2)
	Efectos crónicos.	Exceso de mortalidad.
	Asmáticos.	Incremento de la exacerbación del asma.
Aerosoles ácidos	Adultos sanos.	Alteración mucosilar.
	Niños.	Incremento de enfermedades respiratorias (en combinación con ozono y partículas)
	Asmáticos y otros.	Disminución de la función pulmonar (incremento de hospitalizaciones)

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental, SSA, 1999.

En un estudio publicado en 1999 por Reyna y Álvarez, se encontró que las enfermedades respiratorias, la admisión a hospitales, la ausencia en las escuelas y las muertes prematuras son más frecuentes durante los periodos de incrementos en la contaminación del material particulado.

Estos periodos de incremento en los niveles de PM_{10} pueden exacerbar o causar enfermedades pulmonares como asma, bronquitis y enfisema.

Datos interesantes sobre las concentraciones de varios contaminantes y enfermedades respiratorias para el caso de Mexicali se pueden encontrar en un reporte presentado por ISESALUD (ISESALUD, 1998) en el Foro de Salud Ambiental en la Frontera California-Baja California llevada a cabo en Mexicali (UABC-CCBRES, 2001). En el contenido de este último se reporta un incremento sistemático de las enfermedades respiratorias para los años de 1998 al 2001.

En 1991 se reportaron los resultados de una serie de experimentos realizados con animales de laboratorio para cuantificar el grado de toxicidad de las partículas inorgánicas del polvo producido en la Ciudad de Mexicali (Osornio, 1991). El mismo investigador, (Osornio, 2008) más tarde, obtuvo resultados que indican la existencia de efectos diferenciales en la toxicidad inducida por el material particulado de Mexicali por su composición y tamaño. Las PM_{10} indujeron la mayoría de los efectos tóxicos y al parecer son resultados de efectos sinergísticos entre sus componentes (suelos y antropogénicos).

En otro trabajo realizado en la Ciudad de Mexicali (Collins et al, 2003; Reyna et al., 2003; Reyna et al., 2005) se llevó a cabo un estudio para estudiar las variables de contaminación del aire por partículas PM_{10} y la salud comunitaria. A raíz de este trabajo fue posible determinar que la temperatura tiene un efecto muy importante sobre las tres patologías consideradas en el estudio: asma, neumonía y las infecciones respiratorias agudas (IRA); que la humedad relativa tiene un efecto sobre las IRA y ninguno sobre la neumonía y el asma; y que el PM_{10} tiene efecto únicamente sobre el asma y las infecciones respiratorias agudas.

Las conclusiones del estudio anterior mencionan que es necesario establecer un programa de vigilancia epidemiológica asociado a la contaminación atmosférica (Reyna et al., 2007), que permita contar con información actualizada y permanente de las condiciones de salud de la población. Un sistema de vigilancia de este tipo permite conocer el comportamiento de las patologías y síntomas relacionados con los contaminantes atmosféricos, tanto en los días con bajos niveles de contaminantes como en aquellos durante los cuales podrían presentarse contingencias ambientales.

B. Efectos sobre los Ecosistemas.

Los contaminantes atmosféricos también causan daños a la vegetación, los daños a los bosques son muy importantes así como la disminución de la productividad en zonas agrícolas. Los daños se deben principalmente al efecto de los gases, las partículas, la lluvia y niebla ácidos y los oxidantes fotoquímicos. Una característica importante de estas formas de contaminación es que sus

impactos van más allá de la escala local, afectando amplias regiones que en ocasiones rebasan las fronteras del país generador de los contaminantes.

Los contaminantes del aire afectan las condiciones atmosféricas provocando reducción de la visibilidad, formación de niebla y precipitación, disminución de la radiación solar y alteración de la temperatura y de la distribución de los vientos. En la actualidad se analizan los posibles efectos de algunos contaminantes del aire (por ejemplo, bióxido de carbono y partículas), sobre el cambio del clima del planeta. El efecto más evidente de contaminación sobre la atmósfera es la reducción de la visibilidad, que es el resultado de la absorción y dispersión de la luz que provocan las moléculas del gas y las partículas. La absorción de la luz de ciertas longitudes de onda por moléculas gaseosas y partículas son las responsables en algunas ocasiones de las diferentes tonalidades de la atmósfera. Sin embargo la dispersión de luz es el principal fenómeno responsable del deterioro de la visibilidad.

Además de este efecto, la contaminación del aire afecta los climas urbanos con un aumento de la formación de niebla y un decremento en la recepción de la radiación solar. Se ha observado que la frecuencia en la formación de niebla mayor en las ciudades que en el campo, a pesar del hecho de que la temperatura del aire tiende a ser más alta y la humedad relativa más baja en las ciudades que en el campo. La explicación de este comportamiento yace en el mecanismo de formación de la niebla. Con altas concentraciones de bióxido de azufre, por ejemplo, las gotas de ácido sulfúrico formadas por la oxidación del bióxido sirven como núcleos de condensación para la formación de niebla. Además de este fenómeno, se ha asociado un aumento en las precipitaciones en aquellas áreas con alta concentración de partículas.

VI. Metas y Estrategias para el ProAire Mexicali 2010-2020.

Estrategia I. Reducción de emisiones de fuentes fijas.

Medida 1. *Impulsar la entrada de las industrias en programas de autorregulación y mejora continua.*

Medida 2. *Instrumentar el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) a nivel estatal.*

Medida 3. *Fortalecer la inspección y vigilancia en industrias de jurisdicción federal y estatal.*

Medida 4. *Elaborar en conjunto con PEMEX un programa de trabajo para reducir emisiones de COV en la distribución de combustibles y productos derivados del petróleo.*

Medida 5. *Diseñar y aplicar de manera coordinada con los productores de energía eléctrica un programa de reducción de emisiones.*

Medida 6. *Definir un programa para reducir emisiones de dióxido de azufre (SO_2) en la producción de papel, en conjunto con la cámara de la industria del papel y las empresas asentadas en el municipio.*

Medida 7. *Establecer un programa de reducción de emisiones a la atmósfera en la producción de vidrio en coordinación con las empresas de este sector.*

Medida 8. *Fomentar la instalación y el uso de tecnologías de control de emisiones en las industrias de jurisdicción federal y estatal.*

Estrategia II. Reducción de emisiones de fuentes de área.

Medida 9. *Instrumentar el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) a nivel municipal.*

Medida 10. *Elaborar y aplicar el programa de ordenamiento ecológico y territorial del municipio (POET).*

Medida 11. *Fortalecer y mejorar los esquemas de inspección y vigilancia en los establecimientos comerciales y de servicios bajo la jurisdicción del gobierno municipal.*

Medida 12. *Diseñar un programa de buenas prácticas con la finalidad de reducir las emisiones por prácticas agrícolas de arado, cosecha y quema a cielo abierto de residuos agrícolas y de otros artículos y residuos relacionados.*

Medida 13. *Diseñar un programa de buenas prácticas y fortalecer la vigilancia para reducir la quema al aire libre de residuos sólidos urbanos e industriales.*

Medida 14. *Implementar un programa de control de vapores en estaciones de servicio para reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV)*

Medida 15. *Aplicar continuamente acciones para reducir las emisiones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en caminos pavimentados y no pavimentados.*

Medida 16. *Regular las actividades en bancos de materiales y en preparación de sitios para construcción reduciendo la emisión de partículas.*

Medida 17. *Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y crear un programa para que los productores apliquen las mejores prácticas en las ladrilleras.*

Medida 18. *Promover el uso de estufas eficientes para reducir el uso de leña y el cambio de combustibles dentro de las viviendas.*

Medida 19. *Atender el problema de las emisiones de olores en los canales de drenaje ubicados en las zonas urbanas.*

Estrategia III. Reducción de emisiones de fuentes móviles.

Medida 20. *Impulsar la movilidad de pasajeros y carga en el municipio con una visión de integración y de sustentabilidad.*

Medida 21. *Reordenar el autotransporte público de pasajeros y de carga.*

Medida 22. *Implementar y supervisar el programa estatal de verificación vehicular obligatorio (PVVO).*

Medida 23. *Implementar un programa de detección y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes.*

Medida 24. *Aplicar medidas dirigidas a reducir las emisiones generadas por los vehículos pesados del autotransporte de jurisdicción federal y estatal.*

Medida 25. *Diseñar y aplicar programas para la renovación, retroadaptación de equipo de control y mantenimiento de la flota de transporte de pasajeros y de carga de uso intensivo.*

Medida 26. *Crear un programa coordinado para reducir las emisiones generadas por los vehículos en los cruces fronterizos.*

Medida 27. *Desarrollar un programa para reducir las emisiones de los motores a diesel en la maquinaria de construcción y de uso agrícola.*

Estrategia IV. Protección y prevención a la salud de la población.

Medida 28. *Establecer un programa para crear barreras físicas que ayuden a reducir la exposición personal a las PM_{10} y $PM_{2.5}$.*

Medida 29. *Desarrollar el sistema de vigilancia epidemiológica (SVE) del Estado de Baja California en materia de calidad del aire.*

Medida 30. *Realizar estudios de exposición personal a contaminantes para conocer mejor los efectos que éstos tienen sobre la salud de la población.*

Medida 31. *Crear el sistema de alerta temprana en materia de salud ambiental (SATSA)*

Medida 32. *Desarrollar y aplicar un programa de contingencias atmosféricas.*

Estrategia V. Desarrollo de capacidades institucionales, educación y cooperación internacional.

Medida 33. *Establecer el Comité Núcleo para la implementación, seguimiento y evaluación para el ProAire - Mexicali.*

Medida 34. *Actualizar periódicamente el inventario de emisiones estatal de acuerdo a los criterios establecidos en el INEM.*

Medida 35. *Asegurar las capacidades técnica y financiera de la red de monitoreo atmosférico para garantizar su correcto funcionamiento en el Municipio de Mexicali.*

Medida 36. *Establecer un programa para realizar estudios de modelación de calidad del aire de forma regional, para los contaminantes criterio.*

Medida 37. *Establecer un sistema de comunicación a la población sobre la calidad del aire en tiempo real, su importancia, los riesgos para la salud pública y las acciones para su prevención o mejora.*

Medida 38. *Fortalecer la educación ambiental sobre la calidad del aire, su problemática y soluciones en la educación básica y media del municipio.*

Medida 39. *Impulsar el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo científico-tecnológico en materia de calidad del aire en educación media superior y superior en Mexicali.*

Medida 40. *Establecer mecanismos de coordinación con el Grupo de Trabajo de Calidad del Aire de Mexicali-Imperial Valley.*

Estrategia I. Reducción de emisiones de fuentes fijas.

Medida 1. Impulsar la entrada de las industrias en programas de autorregulación y mejora continua.

Objetivo: Incrementar la participación de las industrias en programas de autorregulación que ayuden a mejorar el control sobre sus actividades y a reducir sus emisiones atmosféricas.

Justificación: Los programas de autorregulación se basan en el cumplimiento a la legislación vigente apoyada en la gestión ambiental y la mejora continua de procesos y productos voluntariamente; resultando esto en un aumento en la eficiencia económica, ambiental y legal de la empresa. Gracias a lo anterior mejorar la competitividad industrial y el desempeño de las empresas, así como la imagen pública de las mismas.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Mantener actualizado el inventario de industrias de jurisdicción federal y estatal presentes en el municipio.	SEMARNAT SPA	Inventario de industrias de jurisdicción federal actualizado.	Φ			Φ			Φ			
2	Promover que las empresas de jurisdicción federal ingresen al Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) para obtener la certificación de Industria Limpia de PROFEPA.	PROFEPA SPA	Número de empresas inscritas en el PNAA.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Promover el ingreso de las empresas de jurisdicción federal y local asentadas en Mexicali al Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad.	PROFEPA SPA	Número de empresas de jurisdicción federal y local inscritas en el PLAC.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Establecer convenios de colaboración con centros de investigación e instituciones de educación superior para desarrollar proyectos de producción más limpia en Mexicali.	SPA	Número de convenios de colaboración firmados y vigentes.		Φ	Φ							
5	Implementar programas de capacitación dirigido a industriales, sobre métodos de producción más limpia.	SPA	Programas de capacitación implementados. Número de industriales capacitados en métodos de producción mas limpia.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Reducción de las emisiones contaminantes por medio de un mejor desempeño ambiental e impulso de una cultura de Producción más Limpia.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaria de Protección al Ambiente (SPA), organización para el desempeño empresarial sustentable, industriales, centros de investigación e instituciones de educación superior.

Instrumentación: La SEMARNAT, PROFEPA y SPA promoverán la incorporación y generación de sistemas de autorregulación para la industria presente en el municipio de Mexicali.

La SPA se coordinará con la SEMARNAT para desarrollar un inventario trianual de emisiones que servirá de insumo para elaborar el inventario estatal y federal. La PROFEPA y SPA promoverán en diversos medios de comunicación y actividades (como talleres, presentaciones, reuniones, estudios, propaganda, etc.) el tema de la autorregulación industrial y se buscará aumentar el número de empresas inscritas en el Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad (PLAC). La SPA se coordinará con la PROFEPA para promover en la pequeña y mediana industria el PLAC; así mismo la SPA establecerá convenios con universidades e institutos de investigación en el tema de producción más limpia y desarrollarán en conjunto capacitaciones para la industria establecida en el municipio.

Para el caso de los inventarios y padrones mencionados en este programa, se señala el año base, aunque la actividad sucederá en los años inmediatos posteriores.

Costo estimado: No estimado.

Medida 2. Instrumentar el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) a nivel estatal.

Objetivo: Establecer la instrumentación de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de competencia estatal con la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPA) en el año 2013.

Justificación: El artículo 109 bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece la obligación a los estados y municipios de Instrumentar un RETC dentro del ámbito de su competencia, el cual es de carácter declarativo y será público. La información considerada pública es la correspondiente al nombre del establecimiento que reporta al RETC, su dirección, el año que reporta y las sustancias y emisiones. La recopilación de la información del RETC federal se realiza a través de la Cédula de Operación Anual (COA), la cual, al ser un instrumento multimedios permite hacer el seguimiento anual del desempeño ambiental de las fuentes fijas y establecer medidas y mejoras en pro de la reducción de emisiones.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Firma del Convenio del RETC entre la SEMARNAT y el gobierno del estado.	SPA SEMARNAT	Convenio firmado.		Φ								
2	Establecer el Comité de Trabajo del RETC.	SPA SEMARNAT	Comité del RETC constituido.		Φ								
3	Elaborar un Programa de Trabajo conjunto del RETC.	SPA SEMARNAT	Programa de trabajo elaborado.		Φ	Φ							
4	Construir el directorio de fuentes fijas de competencia estatal.	SPA	Directorio de fuentes fijas de competencia estatal elaborado.		Φ	Φ	Φ						
5	Ejecutar el programa de trabajo del RETC.	SPA	% de avances del programa de trabajo.		Φ	Φ	Φ	Φ					
6	Impulsar la Instrumentación del RETC en los municipios.	SPA	% de municipios con RETC.		Φ	Φ	Φ	Φ					
7	Publicación del Informe RETC estatal.	SPA	Publicación del RETC Estatal.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
8	Integración de datos al RETC nacional.	SPA SEMARNAT	Datos estatales transferidos a SEMARNAT.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
9	Publicación de datos RETC estatales en el RETC nacional.	SEMARNAT	Publicación del RETC nacional con datos federal y estatal.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Tener un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes en el estado y el municipio, en coordinación con el RETC federal y municipal, permitirá contar con información completa de la situación ambiental en el estado y ayudará a consolidar un RETC a nivel nacional.

Contar con información pública de las emisiones y transferencia de contaminantes de las sustancias RETC y cumplir con el derecho a saber de la sociedad. Así mismo, se contará con datos que alimentarán a los diferentes inventarios y programas ambientales estatales.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, SPA, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

Instrumentación: La SPA en coordinación con la SEMARNAT.

Costo estimado: No estimado.

Medida 3. Fortalecer la inspección y vigilancia en industrias de jurisdicción federal y estatal.

Objetivo: Incrementar el número de visitas de inspección a los establecimientos de jurisdicción federal y estatal en el municipio de Mexicali.

Justificación: Se requiere fortalecer la inspección y vigilancia en materia de atmósfera de la industria de jurisdicción federal y estatal ubicada en el municipio de Mexicali, para asegurar el cumplimiento de la normatividad vigente.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Desarrollar un programa estratégico y coordinado de inspección y vigilancia, con la participación de los tres órdenes de gobierno.	PROFEPA SPA Municipio*	Programa de inspección y vigilancia desarrollado.		Φ	Φ							
2	Revisar y homologar los criterios para hacer más eficaces los programas de inspección y vigilancia.	SEMARNAT PROFEPA	Criterios revisados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Incluir el esquema de inspección en horario nocturno.	PROFEPA SPA	Número de visitas nocturnas realizadas anualmente.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Establecer programas de capacitación continua sobre el cumplimiento normativo en materia de atmósfera, dirigidos al personal responsable de la inspección y vigilancia.	PROFEPA SPA	Programa de capacitación establecido. Número de personas capacitadas anualmente.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Compilar y publicar periódicamente los resultados de los programas de inspección y vigilancia.	SPA Comité Núcleo	Informe de resultados presentado.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Una mejor vigilancia permitirá incrementar el cumplimiento de la normatividad con lo que se espera reducir las emisiones a la atmósfera de las fuentes fijas de jurisdicción federal y estatal.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, PROFEPA, SPA, Comité Núcleo y municipio.

Instrumentación: La SEMARNAT, PROFEPA, SPA y municipio revisarán sus programas de inspección y vigilancia de industrias de acuerdo a su competencia, para hacerlos más eficaces y eficientes, así como orientarlos a las fuentes prioritarias y de manera coordinada entre los tres órdenes de gobierno.

Costo estimado: No estimado.

Medida 4. Elaborar en conjunto con PEMEX un programa de trabajo para reducir emisiones de COV en la distribución de combustibles y productos derivados del petróleo.

Objetivo: Reducir y controlar las emisiones fugitivas de COV a la atmósfera generadas en la terminal de almacenamiento y reparto (TAR) de combustible.

Justificación: Se estima que en el año 2005, las emisiones fugitivas y por el manejo de combustibles en la TAR de Mexicali fueron de 454 ton de COV. Reducir las emisiones de COV es de suma importancia ya que se trata de precursores de O_3 y de $PM_{2.5}$; además, en su formulación se encuentran compuestos tóxicos para la salud humana.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Optimizar los sistemas de recuperación de vapores en la terminal de almacenamiento y reparto de Mexicali	PEMEX SEMARNAT	Número de sistemas de recuperación de vapores instalados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Fortalecer la revisión e instalación para evitar fugas en tanques de almacenamiento en la TAR de PEMEX en Mexicali.	PEMEX	Número de revisiones o inspecciones realizadas anualmente.	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Estudiar la factibilidad de aplicar nuevas técnicas y/o tecnologías para minimizar emisiones fugitivas	PEMEX	Estudio de factibilidad realizado. Emisiones fugitivas minimizadas anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Informar periódicamente del mantenimiento y de la eficiencia de control de estos sistemas al Comité Núcleo del ProAire Mexicali.	PEMEX	Informe de mantenimiento y eficiencia presentado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Reducción de las emisiones de COV durante el almacenamiento y manejo de combustibles y minimizar la exposición de la población y los trabajadores de PEMEX a estos compuestos.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
					☑	☑	

Actores involucrados: SEMARNAT y PEMEX.

Instrumentación: La SEMARNAT y PEMEX se coordinarán para optimizar los sistemas de recuperación de vapores de COV y aumentar la frecuencia de las revisiones e inspecciones para evitar fugas en las instalaciones ubicadas en el municipio de Mexicali.

Costo estimado: No estimado.

Medida 5. Diseñar y aplicar de manera coordinada con los productores de energía eléctrica un programa de reducción de emisiones.

Objetivo: Establecer convenios de colaboración con los productores de energía eléctrica para **r**educir las emisiones de NOx, CO, PM_{10} y ácido sulfhídrico (H_2S) provenientes de los diferentes procesos de generación de electricidad presentes en el municipio.

Justificación: La generación de electricidad emite a la atmósfera NOx, CO y PM_{10}, como resultado de la quema de combustibles fósiles. De acuerdo con el inventario de emisiones, las cuatro plantas de generación que utilizan combustibles fósiles, emitieron 12,807 ton de NOx, 576,000 ton de CO y 6,515.4 ton de PM_{10}. La generación de energía eléctrica mediante la geotermia descarga emisiones de H_2S a la atmósfera, además de otros compuestos tóxicos. A la fecha, existen pocos estudios disponibles sobre sus impactos a la salud, por lo que es necesario trabajar de manera coordinada para la caracterización de estas emisiones, evaluar su dispersión y sus efectos sobre la calidad del aire y finalmente sobre la salud pública y el ecosistema.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar un convenio con la CFE para analizar la situación de las emisiones en las plantas generadoras de electricidad operadas por CFE (Cerro Prieto, turbo-gas y termo-eléctrica), sus efectos en la calidad del aire y la salud pública, y establecer medidas de reducción y control de emisiones.	CFE SENER SEMARNAT	Convenio firmado y vigente.		Φ	Φ							
2	Implementar las medidas de reducción de emisiones propuestas para cada central de generación eléctrica.	CFE SENER SEMARNAT	Cantidad de emisiones reducidas.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Elaborar un convenio con los productores independientes de energía para analizar la situación de las emisiones en las plantas generadoras de electricidad, sus efectos en la calidad del aire y la salud pública, y establecer medidas de reducción y control de emisiones.	CFE SENER SEMARNAT Productores Independientes de energía	Convenio firmado y vigente.		Φ	Φ							

4	Implementar las medidas de reducción de emisiones en cada central de generación eléctrica de productores independientes de energía.	CFE SENER Productores independientes de energía. SEMARNAT	Cantidad de emisiones reducidas.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Impulsar y desarrollar proyectos de energías renovables.	SENER CFE	Proyectos impulsados anualmente. Cantidad de emisiones evitadas de CO_2 (ton/año)			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Reducción de emisiones de PM_{10} y NOx, así como H_2S y compuestos tóxicos que generan problemas de salud pública.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑				☑		☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, Secretaria de Energía (SENER), Comisión Federal de Electricidad (CFE), productores independientes de energía eléctrica.

Instrumentación: La SEMARNAT, SENER y los generadores de energía eléctrica, crearán un grupo de trabajo que identificará, analizará y propondrá las acciones necesarias para la reducción de emisiones de NOx y PM_{10} provenientes de las centrales eléctricas ubicadas en el municipio de Mexicali.

La SEMARNAT, SENER y CFE crearán un grupo de trabajo para definir acciones encaminadas a la reducción de emisiones en la planta geotérmica de Cerro Prieto (I, II, III, IV).

Costo estimado: No estimado.

Medida 6. Definir un programa para reducir emisiones de dióxido de azufre (SO_2) en la producción de papel, en conjunto con la cámara de la industria del papel y las empresas asentadas en el municipio.

Objetivo: Reducir las emisiones a la atmósfera de dióxido de azufre (SO_2) relacionadas con la producción de papel en el municipio de Mexicali

Justificación: En los procesos productivos del papel se generan emisiones de SO_2, principalmente como consecuencia del empleo de combustóleo y diesel. El SO_2 es un contaminante que produce fuertes impactos a las vías respiratorias, además de ser precursor de $PM_{2.5}$ y de la lluvia ácida. En el inventario de emisiones de Mexicali del año 2005, se estimó que la industria asentada en el municipio emitió 4,522 ton de SO_2 de las cuales 2,567 ton corresponde a la producción de papel.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Establecer un convenio de colaboración con la industria del papel para promover e implementar programas de reducción de emisiones.	SEMARNAT Industria del papel	Convenio de colaboración firmado.		Φ	Φ							
2	Identificar las fuentes principales de emisión, las causas de esas emisiones, proponer e implantar las mejores alternativas de reducción de emisiones.	SEMARNAT Industria del papel	Informe de alternativas evaluadas y a implantar.	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Promover el uso de combustibles alternos en los procesos de la industria de papel.	SPA SEMARNAT	Combustibles de procesos sustituidos por combustibles alternos.	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Reducción de las emisiones de SO_2 provenientes de la industria papelera; reducción de las afectaciones a la salud pública en el municipio de Mexicali.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
		☑					

Actores involucrados: SEMARNAT, PEMEX, SPA, Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y del Papel (CNIP) y la Comisión de Desarrollo Industrial de Mexicali (CDIM)

Instrumentación: La SEMARNAT y la SPA centrarán su atención en la minimización de las emisiones de SO_2 en la industria del papel promoviendo el uso de combustibles que cumplan con la normatividad vigente e implementarán otras acciones aplicables a este tipo de industrias contenidas en este documento.

Costo estimado: No estimado.

Medida 7. Establecer un programa de reducción de emisiones a la atmósfera en la producción de vidrio en coordinación con las empresas de este sector.

Objetivo: Reducir las emisiones a la atmósfera de PM_{10}, NOx y SO_2 relacionadas con la producción de vidrio en el municipio de Mexicali.

Justificación: En el proceso del vidrio se forman emisiones de material particulado (en ocasiones con trazas de metales), NOx y SO_2. Por fuentes fijas en Mexicali se generan anualmente 5.94% de PM_{10}, 6.30% de NOx y 61.2% de SO_2 correspondientes a este sector.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Establecer un convenio de colaboración para promover e implementar medidas de reducción en la industria del vidrio.	SEMARNAT Industria del vidrio	Convenio de colaboración firmado.		Φ	Φ							
2	Estudiar la factibilidad de usar combustibles alternativos en la industria del vidrio.	SEMARNAT Industria del vidrio	Estudio de factibilidad elaborado. Combustibles de procesos sustituidos por combustibles alternos.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Reducción de emisiones de PM_{10} y NOx, así como SO_2 provenientes de la industria vidriera, reduciendo las afectaciones a la salud pública en el municipio de Mexicali.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑		☑		☑			☑

Actores involucrados: SEMARNAT, SPA, industria del vidrio y Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA).

Instrumentación: La SEMARNAT y la SPA centrarán su atención en la minimización de las emisiones de PM_{10}, NOx y SO_2 en la industria del vidrio promoviendo el uso de combustibles que cumplan con la normatividad vigente. Convendrán e implementarán otras acciones aplicables a este tipo de industrias con la finalidad de reducir sus emisiones.

Costo estimado: No estimado.

Medida 8. Fomentar la instalación y el uso de tecnologías de control de emisiones en las industrias de jurisdicción federal y estatal.

Objetivo: Promover la implementación de sistemas de control de emisiones en instalaciones industriales provenientes de procesos productivos y quema de combustibles.

Justificación: Los equipos de control permiten una reducción considerable de emisiones a la atmósfera que contribuye a la mejora de la calidad del aire en la zona. De acuerdo con el inventario de emisiones presentado en este ProAire se estima que durante 2005 se emitieron a la atmósfera 1,476 ton de PM_{10}, 13,041 de NOx.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Determinar empresas susceptibles a la implementación de equipo de control.	SPA SEMARNAT	Inventario de empresas susceptibles a la implementación de equipos de control elaborado.	Φ			Φ			Φ			
2	Proporcionar asesoría técnica a empresas para la selección, compra e instalación de los equipos de control.	SEMARNAT SPA Municipio*	Número de asesorías realizadas anualmente.	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Mejorar el control y la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera proveniente de la industria en Baja California.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, SHCP, SPA, municipio, cámaras y asociaciones industriales, empresas, y confederación de cámaras industriales de México.

Instrumentación: La SEMARNAT y la SPA, promoverán el uso de tecnologías verdes y capacitarán conjuntamente en coordinación con las cámaras y asociaciones industriales sobre el uso de equipos de control de emisiones en las industrias de jurisdicción federal y estatal.

Costo estimado: No estimado.

Estrategia II. Reducción de emisiones de fuentes de área.

Medida 9. Instrumentar el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) a nivel municipal.

Objetivo: Establecer un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de competencia municipal.

Justificación: El artículo 109 bis de la LGEEPA, establece la obligación a los estados y municipios de Instrumentar un RETC dentro del ámbito de su competencia, el cual es de carácter declarativo y será público, la información considerada pública es la correspondiente al nombre del establecimiento que reporta al RETC, su dirección, el año que reporta y las respectivas sustancias y/o emisiones transferidas.

La recopilación de la información del RETC se realiza a través de la COA, la cual, al ser un instrumento multimedios permite hacer el seguimiento anual del desempeño ambiental de las fuentes fijas y establecer medidas y mejoras en pro de la reducción de emisiones. Por otra parte, la COA cuenta con datos que son insumos para el inventario de GEI, el inventario de sustancias químicas, el inventario de residuos peligrosos y de manejo especial, el inventario de contaminantes atmosféricos, el RETC nacional y trinacional, seguimiento de la gestión (PROFEPA), cuentas ambientales (INEGI), atlas de riesgos estatales y municipales, ordenamiento ecológico territorial, programas de emergencias, el NAAIS de la Secretaría de Salud, indicadores ambientales claves.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Firma del Convenio del RETC con SEMARNAT/Estado y el municipio	SPA Municipio* SEMARNAT	Convenio firmado.		Φ								
2	Establecer el Comité de Trabajo del RETC	SPA Municipio*	Comité del RETC constituido.		Φ								
3	Elaborar un Programa de Trabajo conjunto del RETC	SPA Municipio* SEMARNAT	Programa de trabajo elaborado.		Φ	Φ							
4	Integrar el directorio de fuentes fijas de competencia municipal	Municipio*	Padrón de fuentes fijas de competencia municipal elaborado.			Φ	Φ						
5	Ejecutar el programa de trabajo del RETC	Municipio*	% de avances del programa			Φ	Φ	Φ					

			de trabajo.										
6	Publicar del Informe RETC municipal	Municipio*	Informe del RETC Municipal publicado.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
7	Integrar los datos al RETC estatal/nacional	Municipio* SPA SEMARNAT	Datos municipales transferidos a SEMARNAT/SPA.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
8	Publicar los datos del RETC municipal en el RETC estatal/nacional	Municipio* SPA SEMARNAT	Publicación del RETC Nacional con los datos federales, estatales y municipales de BC.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Tener un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes en el municipio, el cual en conjunto con el RETC federal y estatal, permitirá contar con una visión completa de la situación ambiental en el municipio y lograr la consolidación de un RETC a nivel estatal y nacional.

Contar con información pública de las emisiones y transferencia de contaminantes de las sustancias RETC y cumplir con el derecho a saber de la sociedad. Así mismo, se contará con datos que alimentarán a los diferentes inventarios y programas ambientales municipales que ayudarán a la toma de decisiones.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, SPA, municipio, INEGI.

Instrumentación: Los municipios se coordinarán con la SPA y/ó SEMARNAT para la elaboración y publicación del RETC.

Costo estimado: No estimado.

Medida 10. Elaborar y aplicar el programa de ordenamiento ecológico y territorial del municipio (POET).

Objetivo: Fomentar la planeación del desarrollo y crecimiento ordenado del municipio a través de la integración de enfoques, métodos y procedimientos sistémicos que permiten traducir las políticas de desarrollo en acciones concretas, para resolver las problemáticas específicas que experimenta el territorio.

Justificación: La construcción de un marco de análisis, fundamentado en los aportes teóricos de la planeación estratégica, la planeación urbano-regional, el urbanismo, y la sociología urbana, permiten replantear los modelos metodológicos que han sido utilizados hasta el momento de forma convencional en el municipio.

Objetivo del programa (POET) es contribuir al crecimiento urbano basado en usos de suelo mixto y al crecimiento de la densidad poblacional y no al crecimiento de la mancha urbana.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Diseñar el programa de ordenamiento ecológico y territorial del municipio de Mexicali.	Municipio* IMIP	Programa de ordenamiento ecológico y territorial municipal elaborado	Φ	Φ	Φ							
2	Elaborar y publicar el Reglamento para la aplicación del programa de ordenamiento ecológico y territorial.	Municipio*	Reglamento para la aplicación del programa de ordenamiento ecológico y territorial publicado.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Instrumentar el programa de ordenamiento ecológico y territorial del municipio de Mexicali.	Municipio* IMIP	Programa de ordenamiento ecológico y territorial municipal.			Φ	Φ	Φ	Φ				
4	Implementar y actualizar periódicamente el sistema de indicadores de monitoreo y evaluación del programa de ordenamiento ecológico y territorial.	Municipio*	Sistema de indicadores actualizado. Programa de ordenamiento ecológico y territorial municipal evaluado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: La **r**egulación de las actividades productivas de acuerdo a la vocación de uso del suelo y disponibilidad de otros recursos naturales. Solución, prevención y minimización de conflictos ambientales por la falta de recursos o por la contaminación. Reducción de los desequilibrios espaciales al interior del municipio mediante una equitativa distribución de todo tipo de actividades, servicios e infraestructura. Mejora en términos de calidad ambiental y de las condiciones de vida de la población, dentro de un escenario de desarrollo sustentable.

Actores involucrados: Municipio, Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali (IMIP), SPA, Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), organizaciones sociales, centros de investigación e instituciones de educación superior.

Instrumentación: Se mantendrá una coordinación entre los gobiernos estatal y municipal en materia de ordenamiento ecológico y territorial, así como con los diferentes sectores de la sociedad organizada y gobierno federal para definir y establecer un programa de acciones concertadas que permitan dirigir la ocupación y el aprovechamiento del territorio desde un enfoque sistémico. Es indispensable la formación y capacitación en materia de ordenamiento ambiental del personal ejecutivo y operativo del municipio a fin de apoyar la gestión del plan e impulsar su ejecución.

Es fundamental realizar el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Mexicali a escalas cartográficas de 1:500 000 para los principales centros urbanos y, de 1:200 000 para el resto del territorio, cuyo horizonte de planeación sea de 10 años en función de la dinámica actual de dicho territorio y en congruencia con el Plan Estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial de Baja California.

Costo estimado: $ 1, 500, 000.00 (Un millón quinientos mil pesos)

Medida 11. Fortalecer y mejorar los esquemas de inspección y vigilancia en los establecimientos comerciales y de servicios bajo la jurisdicción del gobierno municipal.

Objetivo: Incrementar el número de visitas de inspección a los establecimientos comerciales y de servicios de jurisdicción municipal.

Justificación: Se requiere fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en materia de atmósfera, de los comercios y servicios de jurisdicción municipal, para asegurar el cumplimiento de la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera, vigente y garantizar una calidad del aire satisfactoria para los habitantes de la zona.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Crear y mantener actualizado un inventario de los establecimientos comerciales y de servicios de jurisdicción municipal, utilizando herramientas como el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI.	Municipio*	Inventario de establecimientos comerciales y de servicios actualizado.	Φ			Φ			Φ			Φ
2	Implantar un programa de licenciamiento y reporte vía RETC.	Municipio*	Programa de licenciamiento implantado. Número de licencias y reportes anuales.					Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Desarrollar un programa estratégico y coordinado de inspección y vigilancia, con la participación de los tres órdenes de gobierno.	Municipio*	Programa de inspección y vigilancia elaborado.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Promover y dar seguimiento a la autorregulación de los establecimientos comerciales y de servicios mediante la adhesión a los Programas Voluntarios de Gestión.	Municipio*	Número de establecimientos adheridos a los Programas Voluntarios de Gestión.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Establecer programas de capacitación continua sobre el cumplimiento normativo, dirigidos al personal responsable de	Municipio*	Programas de capacitación implementados. Número de	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	la inspección y vigilancia.		personas capacitadas anualmente.										

*Las áreas administrativas que corresponda de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Contar con un directorio único de los establecimientos comerciales y de servicios ubicados en el municipio. Mejorar la eficacia de la inspección y vigilancia. Ayudar a generar información para elaborar el inventario de emisiones. Prevenir, reducir y controlar las emisiones contaminantes a la atmósfera de las fuentes de área (comercios y servicios) de jurisdicción estatal y municipal. Incrementar el cumplimiento de la normatividad.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: INEGI, SPA, municipio, las áreas administrativas que de acuerdo al reglamento correspondan y la Comisión de Desarrollo Industrial de Mexicali.

Instrumentación: Los órdenes de gobierno involucrados trabajarán en coordinación para mejorar y depurar el padrón de comercios y servicios registrados, lo que será una herramienta útil para los procedimientos eficientes de inspección y vigilancia, con el propósito de vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Para lo anterior, será necesario incrementar la plantilla del personal capacitado en inspección y vigilancia.

Costo estimado: $4’000,000 (Cuatro millones de pesos)

Medida 12. Diseñar un programa de buenas prácticas con la finalidad de reducir las emisiones por prácticas agrícolas de arado, cosecha y quema a cielo abierto de residuos agrícolas y de otros artículos y residuos relacionados.

Objetivo: Reducir las emisiones generadas en la preparación de terrenos agrícolas, quema de esquilmos y residuos agrícolas.

Justificación: La preparación rápida de las tierras para aprovechar el nuevo ciclo agrícola, propicia la quema de esquilmos en los campos de cultivo, lo que ocasiona emisiones de contaminantes al aire, de compuestos como el CH_4, CO, NO_2, COV, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), $PM_{2.5}$ y PM_{10}; por lo cual se vuelve prioritario aplicar acciones para controlar y prevenir dicha práctica. Adicionalmente, es necesario mejorar las prácticas de manejo y disposición de recipientes y envases contenedores de insecticidas, fertilizantes y otros, previniendo que sean incinerados a cielo abierto.

Es necesario también promover acciones para la aplicación adecuada de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Diseñar y ejecutar un programa permanente de capacitación sobre buenas prácticas y mejores técnicas de combustión de residuos agrícolas.	SPA SEFOA Municipio*	Programa de capacitación sobre buenas prácticas y mejoras técnicas de combustión elaborado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Diseñar e implementar un programa permanente de permisos especiales para quemas agrícolas controladas.	SPA SEFOA Municipio*	Programa de permisos especiales para quemas agrícolas controladas implementado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Realizar un estudio para determinar métodos alternativos para el manejo de desechos derivados de las cosechas.	SPA Estado* Municipio*	Estudio de métodos alternativos para el manejo de desechos derivados de las cosechas elaborado.		Φ	Φ	Φ						
4	Desarrollar un programa de capacitación para los agricultores para evitar la quema de recipientes	SPA Estado* Municipio*	Programa de capacitación desarrollado. Número de		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	y contenedores de insecticidas, fertilizantes y plásticos.		agricultores capacitados anualmente.										
5	Supervisar la aplicación de la Norma NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007	SPA SAGARPA	Cumplimiento de la Normatividad.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Evitar la afectación por la generación de contaminantes que se emiten por la quema de residuos agrícolas y/o quema de pastizales.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, PROFEPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Secretaria de Fomento Agropecuario (SEFOA), gobierno estatal y autoridades municipales en el ámbito de sus respectivas competencias.

Instrumentación: Para la realización de las acciones descritas es imprescindible promover la coordinación entre las dependencias de los niveles de gobierno estatal y municipal enfocadas al fortalecimiento del campo con asesoría de la federación (SAGARPA y SEMARNAT), con el objeto de establecer un programa transversal que conlleve a la práctica de la labranza de conservación por medio de actividades de capacitación, buenas prácticas en la operación de maquinaria, así como asegurar la aplicación estricta de la normatividad vigente y fortalecer las acciones de inspección.

Costo estimado: No estimado.

Medida 13. Diseñar un programa de buenas prácticas y fortalecer la vigilancia para reducir la quema al aire libre de residuos sólidos urbanos e industriales.

Objetivo: Aumentar la correcta disposición de residuos sólidos mediante un manejo integral de los mismos en el municipio de Mexicali para minimizar la quema clandestina a cielo abierto y sus emisiones contaminantes.

Justificación: El crecimiento demográfico y el desarrollo socioeconómico generan una gran cantidad de residuos sólidos principalmente en ciudades fronterizas como Mexicali. Los impactos ambientales, se registran además del agua, en el aire, principalmente por el mal manejo de residuos sólidos, como las quemas a cielo abierto, un relleno sanitario diseñado y operado de manera deficiente.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Identificar las áreas donde se realiza esta práctica, así como sus causas y el tipo de residuos.	SPA Municipio*	Número de áreas de descarga, causas y tipo de residuos identificados.		Φ	Φ							
2	Proponer e implementar un programa para minimizar la incineración al aire libre, que puede incluirse en el Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.	SPA Municipio*	Programa para minimizar la incineración al aire libre implementado.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Desarrollar una campaña sobre la correcta disposición de los residuos sólidos con la población.	SPA Municipio*	Campaña de sensibilización desarrollada. Número de personas informadas anualmente.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Establecer un programa de vigilancia para evitar la incineración al aire libre de residuos sólidos.	SPA Municipio*	Programa de vigilancia implementado. Número de quemas identificadas anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Reducir las emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y de material tóxico. Evitar la afectación por la generación de contaminantes que se emiten por la quema de residuos. Aumentar la disposición correcta de los residuos.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, SEDESOL, SPA, municipio, centros de investigación e instituciones de educación superior.

Instrumentación: Para la realización de las acciones descritas es imprescindible promover la coordinación entre las dependencias estatales y municipales enfocadas al fortalecimiento de la disposición correcta de los residuos sólidos urbanos, basado en la capacitación y la operación de los sitios de disposición, así como asegurar la aplicación estricta de la normatividad vigente y fortalecer las acciones de inspección. Con las campañas de sensibilización, la población recibirá el mensaje que le invita a evitar la quema de residuos a cielo abierto y su correcta disposición, así como crear una conciencia ambiental sobre el impacto que genera esta práctica en la calidad del aire y en la salud de la población. Para el desarrollo de esta medida se contará con el apoyo de la SEMARNAT y SEDESOL.

Costo estimado: No estimado.

Medida 14. Implementar un programa de control de vapores en estaciones de servicio para reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV)

Objetivo: Controlar las emisiones de COV en las operaciones de manejo de combustibles en el municipio de Mexicali.

Justificación: Los COV son emitidos a la atmósfera por la evaporación proveniente de las estaciones de servicio. Los COV contribuyen a la contaminación atmosférica por ser precursores del O_3, además que perjudican significativamente a la salud de los operarios y usuarios. .

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Evaluar la factibilidad y elaborar una propuesta de instalación de sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio.	PEMEX SEMARNAT SPA	Estudio de factibilidad elaborado. Propuesta presentada.		Φ	Φ	Φ	Φ					
2	Promover la celebración de convenios de colaboración con PEMEX y estaciones de servicio para la implementación de los sistemas en cuestión.	PEMEX SEMARNAT SPA	Número de convenios de colaboración firmados.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Diseño de esquemas de financiamiento para la implementación de los sistemas de recuperación de vapores.	SEMARNAT PEMEX SPA	Esquema de financiamiento elaborado.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Reforzar las inspecciones para asegurar la calidad de los combustibles y asegurar la eficiencia de recuperación en la aplicación de las Fases I y II	PROFECO PEMEX SPA	Programa operativo propuesto.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Disminución de COV (precursores de O_3) emitidos a la atmósfera, ahorro económico, menor exposición de los trabajadores en las estaciones de servicio y de la población.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	Tóxicos	GEI
					☑	☑	

Actores involucrados: SEMARNAT, SENER, PEMEX, Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), SPA, asociaciones y gremios de empresarios de distribución de combustibles, gasolineras y responsables de las estaciones de autoconsumo.

Instrumentación: Convenir con PEMEX y los distribuidores de combustibles, la adquisición y optimización de sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio. La SPA establecerá los mecanismos para su control y supervisión. Se continuarán las tareas de inspección a la calidad de los combustibles con PROFECO Y SPA.

Es importante mencionar que ésta medida es complementaria a la medida 5, por lo que deben ejecutarse de manera coordinada.

Costo estimado: No estimado.

Medida 15. Aplicar continuamente acciones para reducir las emisiones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) en caminos pavimentados y no pavimentados.

Objetivo: Disminuir las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ mediante la pavimentación de calles y carreteras.

Justificación: La emisión de PM_{10} y $PM_{2.5}$ provenientes de calles, avenidas y caminos sin pavimentar en el municipio de Mexicali se estima en 5,032 ton/año. El paso constante vehicular por estas vialidades, aunado a la acción del viento favorece la resuspensión de polvos, lo que ocasiona afectaciones a la salud de la población. El Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire (PIPCA), se aplica en zonas donde nunca ha existido asfalto pero que cuentan con los servicios básicos de agua potable, drenaje de casa y pluvial y consiste en la pavimentación de superficie de calles en los municipios de Tijuana, Ensenada, Tecate, Playas de Rosarito y Mexicali con 484,000 m^2, en un plazo de 4 años y medio. La primera fase consiste en la pavimentación de 2.3 millones de m^2 de calles en las cinco localidades a realizarse en un plazo de 18 meses y a un costo estimado de US$65.2 millones de dólares.

Este proyecto reducirá en gran medida el polvo vehicular, mejorando la calidad del aire para los residentes de estas ciudades, así como para los habitantes de comunidades vecinas. Además, facilitará la actividad económica, aumentará la eficiencia de las comunicaciones y ampliará el acceso a los servicios públicos y de emergencia.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Actualizar periódicamente el inventario de calles y caminos no pavimentados.	SPA Municipio*	Inventario de calles y caminos no pavimentados actualizado.	Φ			Φ			Φ			Φ
2	Actualizar el Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire (PIPCA) y reportar periódicamente los avances.	SPA Municipio*	PIPCA actualizado. Reporte bianual presentado.		Φ			Φ			Φ		
3	Identificar fuentes de financiamiento para la ejecución de las acciones de pavimentación.	SPA Municipio*	Número de fuentes de financiamiento identificadas.		Φ			Φ			Φ		

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Disminuir las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑						

Actores involucrados: Estado de Baja California, Secretaría de Planeación y Finanzas (SPF), Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUE), Junta de Urbanización del Estado (JUEBC) el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) y Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)

Instrumentación: Es necesaria la coordinación de las áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento, de las dependencias federales y estatales, y la elaboración de un programa específico, a fin de llevar a cabo la pavimentación de calles y caminos municipales. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

Costo estimado: $100,000,000 (Cien millones de pesos)

Medida 16. Regular las actividades en bancos de materiales y en preparación de sitios para construcción reduciendo la emisión de partículas.

Objetivo: Regular las actividades asociadas con la exploración, explotación y transporte de materiales pétreos no consolidados, así como la preparación de sitios para construcción a fin de disminuir la emisión de partículas a la atmósfera.

Justificación: Las actividades mencionadas anteriormente tienen como consecuencia la emisión de PM_{10} como resultado del manejo de materiales y la acción del viento. También se presenta un deterioro de los terrenos que fueron usados como bancos de materiales, debido a que no se realizan acciones de rehabilitación, quedando expuestos a la acción erosiva del viento y la lluvia. Actualmente existen 33 bancos de extracción de 21 (aproximadamente) Autorizados y 12 (aproximadamente) clandestinos, en el municipio de Mexicali. Se estima que se generan aproximadamente 47,000 ton/año de PM_{10}.

El desmonte y despalme de sitios contribuye a la erosión del suelo como consecuencia de la remoción del suelo, impactando la calidad del aire por la generación de material particulado y modificando el paisaje original por lo que es necesario promover la rehabilitación de las mismas.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Generar información sobre el número y características de los bancos de materiales y de los sitios sujetos a desmonte.	SPA Municipio*	Reporte de bancos de materiales y sitios de desmonte actualizado.	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Estimar las emisiones de material particulado proveniente de bancos de materiales y terrenos para fraccionar.	SPA Municipio*	Estudio de impacto de calidad del aire elaborado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Diseñar una estrategia para identificar medidas de control que ayuden a reducir las emisiones.	SPA Municipio*	Estrategia elaborada.		Φ	Φ	Φ						
4	Elaborar e implementar un esquema de regulación de bancos de materiales pétreos y minas abandonadas.	SPA Municipio*	Instrumento legal implementado.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Elaborar e implementar un esquema de regulación para sitios sujetos a desmonte y fraccionamientos.	SPA Municipio*	Instrumento legal implementado.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

6	Promover la rehabilitación de todos los sitios que ya no estén en servicio,	SPA Municipio*	Número de sitios rehabilitados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Disminución de emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑						

Actores involucrados: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), SEMARNAT, áreas administrativas del estado y municipio que correspondan de acuerdo al reglamento y los propietarios de bancos de materiales y minas.

Instrumentación: Los órdenes de gobierno estatal y municipal se coordinarán para generar y actualizar la información de bancos de materiales y de los sitios sujetos a desmonte para lograr la transversalidad con actividades establecidas, establecer la normatividad para regular las actividades de extracción de bancos de materiales y de los sitios sujetos a desmonte y establecer el tipo de medidas necesarias para mitigar los efectos en la atmósfera generados por ésta actividad. La SCT y SEMARNAT apoyaran al Estado y el Municipio en la implementación y desarrollo de esta medida.

Costo estimado: No estimado.

Medida 17. Regular las actividades de elaboración artesanal de ladrillos y crear un programa para que los productores apliquen las mejores prácticas en las ladrilleras.

Objetivo: Disminuir las emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y contaminantes tóxicos generadas por las ladrilleras mediante el control y regulación en los procesos de combustión y la supervisión de los combustibles.

Justificación: Se sabe que los hornos ladrilleros pueden contribuir significativamente a las emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y contaminantes tóxicos y a la exposición de la población a éstas. Actualmente operan en el municipio de Mexicali, hornos ladrilleros que se encuentran asentados en la periferia de la zona urbana, lo que hace necesario contar con un programa específico para reducir emisiones del sector ladrillero.

Recientemente se ha encontrado que controlar las emisiones de compuestos conocidos como forzantes climáticos de vida corta – FCVC, (short lived climate forcers - SLCF) puede lograrse con medidas de control que han probado su eficacia y que se pueden implementar relativamente rápido, lo que tendrá como resultado beneficios tanto en mitigar el cambio climático como en reducir la contaminación del aire.

El término de carbono negro (black carbon - BC) se refiere a partículas finas resultantes de la combustión deficiente de combustibles fósiles (diesel y combustóleo) y biomasa (leña, etc.). Comúnmente se considera que el BC es una fracción de las $PM_{2.5}$, las cuales absorben la luz solar, convirtiéndola en calor y liberándolo en el aire, calentando así la atmósfera. Éstas emisiones representan una de las principales preocupaciones en materia de la salud pública, debido al tamaño y la composición, sus características fisicoquímicas y la elevada exposición de las personas.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar un padrón de hornos ladrilleros asentados en el municipio de Mexicali, que incluya la descripción de la técnica empleada y el consumo de combustibles.	Municipio*	Padrón de hornos ladrilleros elaborado.		Φ								
2	Actualizar periódicamente el padrón de hornos ladrilleros elaborado.	Municipio*	Padrón de hornos ladrilleros actualizado.	Φ			Φ			Φ			Φ
3	Actualizar periódicamente el inventario de emisiones de las actividades de	SPA Municipio*	Inventario de emisiones de actividades de fabricación	Φ			Φ			Φ			Φ

	fabricación de ladrillo.		actualizado.										
4	Elaborar e implementar un esquema de regulación en la fabricación de ladrillo.	SPA Municipio*	Instrumento legal implementado.		Φ	Φ	Φ						
5	Establecer un programa de visitas de verificación y de inspección.	SPA Municipio*	Programa implementado. Número de visitas realizadas anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Analizar la factibilidad de tecnologías alternativas y combustibles limpios en la elaboración de ladrillo.	SPA	Estudio de factibilidad elaborado. Número de combustibles de procesos y/ó tecnologías sustituidos.					Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
7	Identificar y proponer opciones de organización, profesionalización y financiamiento para esta actividad.	SPA Municipio*	Propuestas presentadas. Número de instituciones Financieras identificadas.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
8	Desarrollar y aplicar un programa de producción más limpia y buenas prácticas en este sector.	SPA	Programa de producción más limpia aplicado. Número de campañas de difusión realizadas anualmente.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Regular la operación de hornos ladrilleros. Mejorar el proceso de elaboración del ladrillo cocido. Reducir emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y contaminantes tóxicos, que son producto de la combustión incompleta. Reducir la exposición a las emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y contaminantes tóxicos. Fortalecer el sector ladrillero en el ámbito productivo y empresarial, mediante buenas prácticas de elaboración de este producto.

Gases y/o contaminantes involucrados:								
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**CO_2**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑						☑	

Actores involucrados: SPA, SEMARNAT, municipio, centros de investigación, instituciones de educación superior, productores artesanales de tabique y similares.

Instrumentación: La SPA y las áreas administrativas del municipio que correspondan, tendrán actualizado el padrón de hornos con la finalidad de conocer las características de cada uno y el tipo de combustible que emplean dentro del proceso de fabricación de ladrillos.

Con base en la información recopilada en el padrón, la SPA elaborará, publicará y ejecutará una norma que regule las actividades desarrolladas para la elaboración y quema de ladrillo, con la finalidad de reducir los impactos de las emisiones y regulando las prácticas para su elaboración. Para vigilar el buen cumplimiento de la norma será necesario que se implemente un programa permanente de visitas de inspección y verificación, así mismo, la SPA, en coordinación con el municipio, diseñará y difundirá un programa de capacitación el cual será impartido a los fabricadores de ladrillo, con la finalidad de fomentar sus capacidades para desarrollarse como micro-empresarios, para lo cual será necesaria la investigación de las tecnologías alternativas para el empleo de combustibles más limpios y generar una conciencia ambiental entre los fabricantes de ladrillo.

Costo estimado: No estimado.

Medida 18. Promover el uso de estufas eficientes para reducir el uso de leña y el cambio de combustibles dentro de las viviendas.

Objetivo: Reducir las emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CO, así como la exposición personal a éstos contaminantes en viviendas.

Justificación: Los resultados del INEM 2005 muestran que las emisiones por el consumo de leña, así como la exposición personal, son fuentes importantes de enfermedades cardiopulmonares, por tanto, es necesario establecer acciones específicas para la disminución de las mismas, así como reducir la exposición de las personas a estas emisiones.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar un estudio de identificación y selección de las mejores tecnologías alternativas para la cocción de alimentos en establecimientos y hogares.	SPA SEMARNAT INE SEDESOL Municipio*	Estudio de identificación elaborado.		Φ	Φ	Φ	Φ					
2	Identificar las opciones de financiamiento y subsidio para este tipo de proyectos.	SPA SEMARNAT INE SEDESOL Municipio*	Número y tipo de opciones de financiamiento identificadas.		Φ	Φ	Φ	Φ					
3	Diseñar y ejecutar una estrategia para promover el uso de las estufas seleccionadas en el proyecto.	SPA SEMARNAT INE SEDESOL Municipio*	Número de estufas instaladas y en uso.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Diseñar y ejecutar una estrategia para promover el uso de gas LP, gas natural algún combustible o alguna técnica alternativa, para la preparación de alimentos en los hogares y establecimientos comerciales.	SPA SEMARNAT INE SEDESOL Municipio*	Número de hogares que cambiaron, por tipo de combustible anualmente.			Φ	Φ	Φ					

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Reducir la exposición a las emisiones de PM_{10}, CO, compuestos tóxicos y GEI generados por la preparación y cocción de alimentos. Reducir la emisión de PM_{10} provenientes de estas fuentes.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑			☑			☑	☑

Actores involucrados: SEDESOL, SEMARNAT, INE, SPA y el Municipio.

Instrumentación: El Estado de Baja California y el Municipio de Mexicali, de manera coordinada con las entidades federales elaborarán un estudio el cual tendrá la finalidad de identificar y seleccionar las mejores tecnologías disponibles para la cocción de alimentos en establecimientos comerciales y de servicios y en los hogares. Las áreas administrativas del municipio correspondientes identificarán las diversas opciones de financiamiento que puedan apoyar a la adquisición de estufas eficientes.

En conjunto con el municipio, la SPA llevará a cabo campañas de concientización a la población que habita en el Valle de Mexicali con la finalidad de que estos tengan acceso a las estufas seleccionadas en el proyecto. Así mismo, diseñarán y ejecutarán una estrategia integral para la promoción del uso del gas natural, gas L.P. en hogares donde empleen otro combustible diferente a los mencionados anteriormente.

Costo estimado: $2,000,000 (Dos millones de pesos)

Medida 19. Atender el problema de las emisiones de olores en los canales de drenaje ubicados en las zonas urbanas.

Objetivo: Reducir las emisiones resultantes de la degradación de materia orgánica en los canales abiertos y prevenir la descarga de otros residuos.

Justificación: Diversos factores como la falta de servicios en las comunidades urbanas, la falta de infraestructura de tratamiento, de conciencia ambiental y de programas de prevención de la contaminación, tienen como consecuencia el uso de los canales y cuerpos de agua en zonas urbanas como drenajes y depósitos de residuos. Reducir las descargas y sanear los canales de drenaje permitirá la disminución de malos olores y vectores.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Crear un grupo de trabajo interinstitucional para atender el problema de olores en los canales de drenaje.	SPA CESPM Municipio* CONAGUA	Grupo interinstitucional creado.		Φ	Φ							
2	Identificar las áreas críticas y el origen del problema para generar un inventario de fuentes y tipo de descargas.	SPA CESPM Municipio* CONAGUA	Inventario de fuentes y tipos de descargas elaborado.		Φ								
3	Mantener actualizado el inventario de fuentes y tipo de descargas.	SPA CESPM Municipio* CONAGUA	Inventario de fuentes y tipos de descargas actualizado.	Φ			Φ			Φ			Φ
4	Establecer un programa de trabajo para evitar residuos distintos a las aguas residuales urbanas.	SPA CESPM Municipio* CONAGUA	Programa de trabajo establecido.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Desarrollar campañas de sensibilización a la población en general sobre la importancia de no arrojar residuos en los drenajes.	SPA CESPM Municipio*	Número de campañas de difusión realizadas. Número de personas alcanzadas por la campaña de sensibilización.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Disminución de vectores, emisiones de olores y contaminantes tóxicos de los canales de drenaje, saneamiento de los canales de drenaje, prevención de desastres derivados del posible uso de los canales de drenaje como depósitos de residuos sólidos.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
						☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, CONAGUA, SPA, Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEA), Comisión Estatal de Servicios Públicos en Mexicali (CESPM), centros de investigación e instituciones de educación superior.

Instrumentación: En coordinación con la CONAGUA, la CEA de Baja California, la CESPM y la SPA se identificarán las posibles descargas provenientes de diferentes fuentes críticas y establecerán un plan de trabajo para evitar los residuos sólidos en las aguas residuales y establecerán el tipo de medidas necesarias para mitigar la problemática de olores y residuos en los drenajes.

Costo estimado: No estimado.

Estrategia III.Reducción de emisiones de fuentes móviles.

Medida 20. Impulsar la movilidad de pasajeros y carga en el municipio con una visión de integración y de sustentabilidad.

Objetivo: Ofrecer a las autoridades de transporte de Mexicali una herramienta de planeación para los sistemas de transporte privado, público (carga y pasaje) y no motorizado que ayuden a mejorar la eficiencia energética general de la ciudad. El objetivo general de este plan debe ser la mejora de la calidad de vida urbana a través de la reducción del uso del automóvil particular y la recuperación de la calle como espacio público de relación y convivencia.

Justificación: El desempeño de Mexicali en materia de movilidad es pobre. Existe una interdependencia y desconexión entre los diversos sistemas de transporte y los niveles de eficiencia con el que operan; esto genera un alto impacto en los consumos energéticos que se ven reflejados en altos costos económico-sociales y contaminantes. Adicionalmente se requiere crear mayor infraestructura que involucre y permita el desarrollo de sistemas motorizados y no motorizados, así como una priorización de la jerarquía peatonal en zonas críticas para generar inclusión y mayor calidad de vida en la región.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Generar un diagnóstico de la movilidad integral para Mexicali.	SIDUE SPA Municipio*	Diagnóstico de movilidad elaborado.		Φ	Φ							
2	Fomentar la construcción de estacionamientos planeados para facilitar la alimentación de rutas y viajes intermodales dentro de los sistemas de transporte.	SIDUE SPA Municipio*	Estacionamientos planeados construidos.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Establecer un mecanismo de coordinación para que distintos actores institucionales puedan coadyuvar en la implantación del Plan Sectorial de Vialidad y Transporte.	SIDUE SPA Municipio*	Plan Sectorial de Vialidad y Transporte implementado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Desarrollar normas y criterios homogéneos sobre infraestructura y mantenimiento para transporte no motorizado (ciclorutas,	SPA	Instrumentos legales elaborados.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	andadores, etc.), para asegurar que estas vías sean accesibles a los usuarios.												
5	Desarrollar y mantener una red de infraestructura para transporte no motorizado.	SIDUE SPA Municipio*	Red de infraestructura para transporte no motorizado desarrollada.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Promover y difundir conceptos de cultura vial y movilidad sustentable entre la población en general.	SPA Municipio*	Campañas de promoción y difusión de cultura vial implementadas. Número de personas alcanzadas.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
7	Desarrollar un programa permanente de educación cívica y vial para los transportistas de pasajeros y de carga.	SPA Municipio*	Programa de educación cívica y vial para transportistas. Número de transportistas sensibilizados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
8	Inclusión, ejecución y seguimiento de medidas por parte del sector transporte relativas al mejoramiento de la calidad del aire en el Plan Estatal de Desarrollo.	SCT SPA	Instrumento legal ejecutado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
9	Desarrollar incentivos para incrementar la ocupación de autos particulares.	SIDUE SPA	Número y tipo de incentivos otorgados anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Contar con una herramienta de planeación que integre los sistemas de transporte de Mexicali para mejorar la eficiencia de las redes de transporte y su reducción de emisiones.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑		☑	☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: SIDUE, SCT, SPA, áreas administrativas municipales que correspondan y los propietarios de vehículos flota de uso intensivo (taxis, transporte urbano, vehículos de reparto, transporte escolar y de personal).

Instrumentación: Realizar trabajos de coordinación con las diferentes autoridades de transporte y vialidad, para promover la planeación integrada de los sistemas de transporte de Mexicali.

Costo estimado: No estimado.

Medida 21. Reordenar el autotransporte público de pasajeros y de carga.

Objetivo: Agilizar la circulación vial, mediante la reubicación y reordenación de paradas exclusivas para el servicio de transporte público y establecimiento de rutas express de carga.

Justificación: En el esquema de operación del transporte público, los operadores de las unidades realizan paradas no autorizadas. Los efectos que ocasiona sobre la circulación vehicular van desde la disminución de la velocidad, hasta la creación de congestionamientos.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar estudio para el reordenamiento del transporte público de pasajeros y de carga.	SIDUE Municipio*	Estudio de reordenamiento o elaborado.		Φ	Φ							
2	Establecer rutas ordinarias y express, locales y metropolitanas de transporte público evitando centros de reunión masivos como escuelas, hospitales, etc.	SIDUE Municipio*	Número de rutas ordinarias y express establecidas anualmente.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Establecer rutas express locales de transporte de carga.	SIDUE Municipio*	Número de rutas express para transporte de carga establecidas.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Reubicar fuera de la ciudad y unificar las terminales de autobuses de pasajeros de larga distancia.	SIDUE Municipio*	Número de terminales de autobuses de pasajeros reubicadas.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Promover la instalación estratégica de bases para taxis.	SIDUE Municipio*	Número de bases de taxis instaladas.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Establecer un convenio de colaboración con las autoridades de seguridad pública, tránsito y transporte para la vigilancia y cumplimiento de esta estrategia.	SPA SSP SIDUE Municipio*	Convenio elaborado y firmado.		Φ	Φ							

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Reducir las emisiones de los vehículos de carga y de pasajeros, para agilizar los flujos vehiculares y evitar zonas conflictivas.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: SEMARNAT, SPA, SSP, SIDUE, municipio y propietarios de vehículos de pasaje y carga.

Instrumentación: El SIDUE y los municipios se encargarán de elaborar estudios para identificar obstrucciones viales ocasionadas por las paradas no autorizadas, rutas ordinarias y express para el transporte público de pasajeros y de carga, además de desarrollar un plan de reubicación de terminales de pasajeros de larga distancia y se coordinarán con la SSP y SPA para asegurar el cumplimiento de la medida.

Costo estimado: No estimado.

Medida 22. Implementar y supervisar el programa estatal de verificación vehicular obligatorio (PVVO).

Objetivo: Promover el mantenimiento preventivo y correctivo del parque vehicular, para garantizar que todos los vehículos de combustión interna que circulan en Mexicali, cumplan con la normatividad ambiental vigente.

Justificación: Los vehículos que no se encuentran en condiciones óptimas de servicio o que no tienen un adecuado mantenimiento, liberan a la atmósfera emisiones contaminantes que normalmente son mucho mayores que las de aquellos que reciben un buen mantenimiento. Los contaminantes emitidos son principalmente CO, NOx y COV, debido a procesos de combustión incompleta o a la operación incorrecta de sus sistemas electromecánicos, por lo que es necesario evaluar sus emisiones periódicamente, a fin de asegurar que cuentan con el mantenimiento correspondiente.

Los vehículos automotores contribuyen a la emisión de 2,675 ton/año de NOx, 5,609 ton/año de CO y 8,145 ton/año de COV en Mexicali. A partir de 2011, los vehículos registrados en Mexicali, son sujetos a un programa estatal de verificación vehicular obligatorio.

El gobierno de Baja California ha diseñado el PVVO estatal; se espera que a partir de enero de 2012, todos los vehículos que circulen en el estado empiecen a ser verificados.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Implementar el PVVO.	SPA Municipio*	Programa implementado.		Φ								
2	Auditar y evaluar la efectividad del PVVO.	SPA	Informe de auditoría y evaluación realizado.		Φ		Φ		Φ		Φ		Φ
3	Asegurar que los vehículos oficiales (municipales, estatales ó federales) sean los primeros en presentarse al programa y que participen regularmente.	SEMARNAT SPA Municipio*	Número de vehículos oficiales verificados. Número de vehículos oficiales.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Diseñar e instrumentar un programa de capacitación dirigido al personal de las dependencias	SPA Municipio*	Número de cursos impartidos. Número de		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	encargadas de la aplicación del PVVO y otras dependencias municipales.		personal capacitado.										
5	Asesorar y capacitar al personal técnico en la operación y supervisión de los equipos en los centros de verificación vehicular.	SPA Municipio*	Número de personal capacitado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Implementar un programa de supervisión, seguimiento, evaluación e inspección de los centros de verificación vehicular para asegurar su adecuado funcionamiento.	SPA	Programa implementado. Número de centros de verificación vehicular supervisados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Que los vehículos que circulan en los municipios de la Mexicali reciban un mantenimiento preventivo y correctivo, contribuyendo a la reducción de emisiones, mejorando su eficiencia y desempeño con lo que el usuario tendrá ahorros económico-energéticos en el corto, mediano y largo plazo.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
			☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: SEMARNAT, SPA y áreas administrativas municipales correspondientes.

Instrumentación: La SPA y las autoridades municipales coordinarán las actividades necesarias, dentro de sus ámbitos de competencia, para la aplicación y fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO) y su correcta operación.

La SPA diseñará e instrumentará un programa de capacitación dirigido a los servidores públicos de esas dependencias para la correcta aplicación de dicho programa evitando las malas prácticas. Así mismo, asesorará y capacitará al personal técnico de los centros de verificación para llevar a cabo una eficaz operación de los equipos, ésta operación será supervisada para asegurar la adecuada ejecución del programa de verificación.

La SPA diseñará el programa de auditoría, evaluación e inspección de los centros de verificación vehicular con asesoría de SEMARNAT.

Costo estimado: $5,000,000 (Cinco millones de pesos)

Medida 23. Implementar un programa de detección y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes.

Objetivo: Promover el mantenimiento preventivo y correctivo del parque vehicular ostensiblemente contaminante.

Justificación: Los vehículos que no tienen un adecuado mantenimiento, liberan a la atmósfera emisiones contaminantes que normalmente son mucho mayores que las de aquellos que reciben un buen mantenimiento. Los contaminantes emitidos son principalmente CO, NOx y COV, debido a procesos de combustión incompleta o a la operación incorrecta de sus sistemas electromecánicos, por lo que es necesario evaluar sus emisiones periódicamente para recibir el mantenimiento adecuado o en su defecto, restringir su circulación, a fin de disminuir las emisiones contaminantes a la atmósfera.

Los vehículos automotores contribuyen a la emisión de 2,675 ton/año de NOx, 5,609 ton/año de CO y 8,145 ton/año de COV en Mexicali. A partir de 2011, los vehículos registrados en Mexicali, son sujetos a un programa estatal de verificación vehicular obligatorio.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Revisar, y adecuar si es necesario, el marco jurídico para la implementación del PDVOC.	Municipio* SPA	Revisión y/o adecuación del marco jurídico realizada.		Φ								
2	Destinar recursos humanos, financieros y tecnológicos para la implementación del PDVOC.	Municipio* SPA	Recursos humanos, financieros y tecnológicos destinados.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Diseñar e implementar el PDVOC.	Municipio* SPA	PDVOC implementado. Número de vehículos ostensiblemente contaminantes detectados y/ó sancionados.			Φ	Φ						
4	Asesorar y capacitar al personal técnico encargado de la operación y supervisión del PDVOC.	Municipio* SPA	Número de personas capacitadas para el PDVOC y los centros de verificación anualmente.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Que los vehículos que circulan en los municipios de la Mexicali reciban un mantenimiento preventivo y correctivo, contribuyendo a la reducción de emisiones, mejorando su eficiencia y desempeño con lo que el usuario tendrá ahorros económico-energéticos en el corto, mediano y largo plazo.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
			☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: SPA y áreas administrativas municipales correspondientes.

Instrumentación: La SPA y las autoridades municipales coordinarán las actividades necesarias, dentro de sus ámbitos de competencia y su marco legal, para la aplicación del Programa de Detección de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes (PDVOC) y el fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO) y su correcta operación.

Con apoyo de la SEMARNAT, la SPA diseñará e instrumentará un programa de capacitación dirigido a los servidores públicos de esas dependencias para la correcta aplicación de dicho programa evitando las malas prácticas. Así mismo, asesorará y capacitará al personal técnico de los centros de verificación para llevar a cabo una eficaz operación de los equipos, ésta operación será supervisada para asegurar la adecuada ejecución del programa de verificación. De la misma forma, diseñará los mecanismos de aplicación del PDVOC para la detección de vehículos ostensiblemente contaminantes. Para garantizar el buen funcionamiento del programa será necesario llevar a cabo una evaluación y detectar las áreas de oportunidad.

Costo estimado: No estimado.

Medida 24. Aplicar medidas dirigidas a reducir las emisiones generadas por los vehículos pesados del autotransporte de jurisdicción federal y estatal.

Objetivo: Disminuir las emisiones contaminantes provenientes de vehículos pesados, mediante el reforzamiento de los programas de verificación vehicular obligatorios (PVVO) federal y estatal, así como la implementación de programas para mejorar las prácticas operativas y el uso de la energía.

Justificación: El autotransporte de carga y de pasajeros de jurisdicción federal y estatal, contribuye significativamente a las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, que son contaminantes que tienen efectos serios sobre la salud pública. Lo anterior hace necesario que estos vehículos cumplan con el programa de verificación vehicular correspondiente, y así se controlen sus emisiones. La verificación de este tipo de vehículos se rige por la NOM 045-SEMARNAT-2005, que es una norma que requiere una evaluación cualitativa de la emisión de partículas.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Evaluar la conveniencia de instalar otro centro de verificación vehicular del autotransporte de jurisdicción federal.	SCT SEMARNAT	Estudio de factibilidad elaborado.		Φ	Φ	Φ						
2	Promover que el PVVO del transporte federal incremente el número de vehículos verificados en el estado.	SCT SEMARNAT	Número de vehículos federales verificados anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Incluir a los vehículos pesados a diesel de placa estatal en el PVVO que se implementará en el estado.	SPA	Número de vehículos pesados a diesel estatales verificados anualmente.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Incluir a los vehículos pesados a diesel en el programa de detección y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes.	SPA SCT	Número de vehículos pesados a diesel estatales detectados.					Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Promover las buenas prácticas de manejo eficiente y modernización del transporte de carga mediante la aplicación del Programa Transporte Limpio.	SEMARNAT SCT SPA	Número de vehículos pesados a diesel estatales y federales participantes.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Desarrollar un programa piloto para promover las buenas prácticas de manejo eficiente y modernización del transporte pasaje, mediante la aplicación del Programa Transporte Limpio.	SEMARNAT SCT SPA	Número de Vehículos pesados a diesel estatales y federales participantes.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Reducir las emisiones de los vehículos de carga y de pasajeros, de jurisdicción federal y estatal, para que cumplan con los límites máximos permisibles especificados en la normatividad aplicable.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑		☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: SCT, SEMARNAT, SPA y los propietarios de vehículos del autotransporte público federal

Instrumentación: La SCT implementará el Programa de Verificación Semestral Obligatoria de Emisiones Contaminantes para vehículos del servicio público federal en el municipio, por lo que la SEMARNAT realizará las gestiones correspondientes con la SCT, a fin de que se cumpla eficazmente con la NOM-045-SEMARNAT-2006.

La SEMARNAT en coordinación con la SCT y la SPA, promoverá la modernización del transporte de carga y pasaje que circula en Mexicali.

Es importante mencionar que esta medida es complementaria a las medidas 22 y 23.

Costo estimado: No estimado

Medida 25. Diseñar y aplicar programas para la renovación, retroadaptación de equipo de control y mantenimiento de la flota de transporte de pasajeros y de carga de uso intensivo.

Objetivo: Incentivar la renovación y el mantenimiento de las unidades que integran la flota de uso intensivo y maximizar el beneficio de los combustibles UBA.

Justificación: Para reducir las emisiones a la atmósfera generadas por la flota de uso intensivo, se propone la renovación de dichas unidades, mediante programas específicos, incentivos económicos, etc., por vehículos apropiados para el servicio, que estén equipados con sistemas de control de emisiones o que utilicen combustibles más limpios, con el fin de cumplir con las especificaciones establecidas a nivel estatal y federal, incluyendo el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables vigentes.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar un estudio de costo beneficio para determinar la edad, tipo, y tecnologia de las unidades susceptibles de ser renovadas o retroadaptadas.	SIDUE SPA	Estudio de costo beneficio elaborado.		Φ	Φ							
2	Establecer el programa de renovación y retroadaptación, según sea el caso.	SIDUE	Programa implementado		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Desarrollar mecanismos de reconocimiento a los responsables de flotas que implementen acciones adicionales, dando valor agregado al servicio.	SIDUE SPA	Mecanismos de reconocimiento implementados.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Fortalecer la inspección y vigilancia de las flotas de uso intensivo, supervisando la renovación y mantenimiento de las mismas.	SSP SIDUE SPA Municipio*	Programas de vigilancia e inspección ejecutados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Promover la utilización de estímulos económicos para renovación del parque vehicular.	SIDUE SPA	Estímulos fiscales otorgados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Dado que los vehículos de uso intensivo recorren grandes distancias, operando por largos periodos durante el día, esto se ve traducido en mayores emisiones como

producto del desgaste que sufre la unidad. Por lo tanto, se prevendrán, controlarán y reducirán las emisiones a la atmósfera producidas por este tipo de transporte.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: Secretaria de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Estado de Baja California (SIDUE), SSP, SPA y los propietarios de vehículos flota de uso intensivo (taxis, transporte urbano, vehículos de reparto, transporte escolar y de personal)

Instrumentación: El análisis de factibilidad económica debe marcar la pauta para las posteriores adecuaciones legales, ya que sería el fundamento de la aplicación de esta política

Costo estimado: No estimado.

Medida 26. Crear un programa coordinado para reducir las emisiones generadas por los vehículos en los cruces fronterizos.

Objetivo: Reducir las emisiones contaminantes generadas por vehículos en espera en los cruces fronterizos.

Justificación: En Mexicali se encuentran dos garitas dentro de la mancha urbana: la primera se encuentra en la zona centro de la ciudad con 12 carriles de circulación hacia los Estados Unidos y la segunda llamada Garita Nuevo Mexicali, se encuentra a una distancia de 12 km aproximadamente al oriente de la primera garita. Diariamente en ambos cruces fronterizos se registra una afluencia hasta de 17,000 automóviles, lo cual genera largas filas de espera que pueden durar dos a tres horas en el caso de autos de pasajeros, provocando emisiones de contaminantes como CO, COV, NOx y GEI.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar una propuesta de acciones para reducir el tiempo de espera de los vehículos con el motor encendido en el cruce fronterizo, para vehiculos de pasajeros como de carga.	SPA Municipio* SHCP SEMARNAT	Propuesta elaborada.		Φ	Φ							
2	Implementar las acciones propuestas y evaluar la efectividad en reducción de emisiones.	SPA Municipio* SHCP SEMARNAT	Evaluación de la efectividad.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

Beneficios esperados: Reducir las emisiones de los vehículos en espera en los cruces fronterizos.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
			☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: SCT, SEMARNAT, Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP), SPA.

Instrumentación: La SEMARNAT en coordinación con la SHCP y la SPA promoverá la realización de los estudios arriba mencionados con centros de investigación y/ó instituciones de educación superior, a fin de que se cumpla eficazmente con la NOM-041-SEMARNAT-2006.

Costo estimado: No estimado.

Medida 27. Desarrollar un programa para reducir las emisiones de los motores a diesel en la maquinaria de construcción y de uso agrícola.

Objetivo: Disminuir las emisiones contaminantes generadas por maquinaria de construcción y otras máquinas a diesel (relacionadas a agricultura, aeropuertos y plantas portátiles de generación de energía eléctrica, etc.).

Justificación: Los sectores de la maquinaria para obra civil y aviación son algunos de los rubros que presentan una buena recuperación económica en México. Debido a la estabilidad económica actual del país se realizan más construcciones de todo tipo que hace algunos años. Derivado de lo anterior la inversión en infraestructura para caminos, edificios, vivienda y aeropuertos ha crecido notablemente por lo que existe una gran demanda de equipos y maquinarias auxiliares para los cuales en el país no existe regulación alguna, y sus emisiones no son controladas.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar un inventario por tipo de maquinaria a diesel en Mexicali relacionada con agricultura, construcción, aviación y plantas móviles de generación de energía.	SPA SCT SEMARNAT	Inventario de maquinaría en Mexicali elaborado.		Φ								
2	Actualizar periódicamente el inventario por tipo de maquinaria a diesel.	SPA SCT SEMARNAT	Inventario de maquinaría en Mexicali actualizado.	Φ			Φ			Φ			Φ
3	Realizar el análisis de la información generada por el inventario	SPA SCT SEMARNAT	Análisis generado.		Φ			Φ			Φ		
4	Desarrollar una propuesta de programa para la reducción de emisiones	SPA SCT SEMARNAT	Propuesta elaborada.		Φ			Φ			Φ		

Beneficios esperados: Reducir las emisiones por maquinarias móviles a diesel.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑		☑

Actores involucrados: SCT, SEMARNAT y SPA.

Instrumentación: La SEMARNAT en coordinación con la SCT y la SPA promoverán la realización de los estudios y propuesta arriba mencionados con centros de investigación y/ó instituciones de educación superior.

Costo estimado: No estimado.

Estrategia IV. Protección y prevención a la salud de la población.

Medida 28. Establecer un programa para crear barreras físicas que ayuden a reducir la exposición personal a las PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Objetivo: Proteger la salud de la población de Mexicali reduciendo la exposición personal a las PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Justificación: La exposición de la población por fuentes antropogénicas se ve agravada por la presencia de PM_{10} y $PM_{2.5}$ de fuentes naturales, de este modo, es necesario tomar medidas para reducir la exposición dada la dificultad de disminuir las emisiones del material particulado de las fuentes naturales.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar un documento de diagnóstico donde se identifiquen las poblaciones vulnerables, dónde se concentran, dónde se exponen a las PM_{10} y PM_{2} y cuáles son las alternativas para reducir esa exposición.	Secretaria de Salud COESPRIS Estado*	Informe de diagnóstico elaborado.		Φ	Φ							
2	Elaborar una propuesta de acciones específicas para reducir la exposición.	Secretaria de Salud COESPRIS Estado*	Propuesta de acciones para reducir la exposición elaborada.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Implementar un programa para crear barreras naturales en centros públicos y privados con especies nativas de árboles y arbustos.	SPA COESPRIS	Número de barreras naturales creadas.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Contar con un programa de rescate de áreas erosionadas y paisajes con lo cual se obtendrá un aumento en el número de áreas con cubierta vegetal para la ejecución de actividades de recreación en la población. Reducción a la exposición personal al material particulado, la identificar donde se encuentran las poblaciones más vulnerables y las de mayor exposición. Rescate de espacios y paisajes de la zona.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑						

Actores involucrados: Secretaria de Salud, Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COESPRIS), SPA, SEMARNAT y áreas administrativas estatales y municipales que correspondan.

Instrumentación: La ejecución de estas acciones estará a cargo de la Secretaria de Salud, Secretaría de Salud del Estado a través de la Jurisdicción de Servicios de Salud #1 en Mexicali, en coordinación con la COFEPRIS, Dirección de Protección contra Riesgos Sanitarios y la SEMARNAT y universidades e institutos de investigación. Diseñarán el programa de vigilancia con la finalidad de proteger la salud de la población para reducir la exposición al material particulado.

Costo estimado: No estimado.

Medida 29. Desarrollar el sistema de vigilancia epidemiológica (SVE) del Estado de Baja California en materia de calidad del aire.

Objetivo: Elaborar e implementar un programa de vigilancia epidemiológica para generar insumos para evaluar los efectos a la salud de la población derivada de la exposición a contaminantes atmosféricos.

Justificación: Mediante programas de vigilancia epidemiológica, es posible conocer y evaluar de manera continua los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los habitantes. Por medio de esta información es posible la toma de decisiones puntuales para implementar medidas preventivas que coadyuven en la efectividad del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire para el Estado de Baja California.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Diseño del programa de vigilancia.	COESPRIS Secretaria de Salud Estado*	Programa de vigilancia generado.		Φ	Φ	Φ						
2	Implementar el sistema de vigilancia epidemiológica.	COESPRIS Secretaria de Salud Estado* Municipio*	Sistema de vigilancia epidemiológica operando.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Establecer un sistema de registro de estadísticas de ingresos hospitalarios.	COESPRIS Secretaria de Salud Estado* Municipio*	Sistema de registro operando.						Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Crear un grupo de trabajo que analice, integre y correlacione las bases de datos de salud pública y calidad del aire.	COESPRIS Secretaria de Salud Estado* Municipio*	Grupo de trabajo creado.						Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Definir áreas de investigación en salud pública con base en la información de calidad del aire.	COESPRIS Secretaria de Salud SPA Estado* Municipio*	Áreas de investigación prioritarias detectadas.							Φ	Φ	Φ	Φ
6	Implementar un programa para desarrollar la infraestructura para el	Secretaria de Salud Estado*	Programa de infraestructura presentado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	sector salud en el Estado.	Municipio*											
7	Capacitar periódicamente al personal del Gobierno del Estado y Municipio.	COESPRIS Secretaria de Salud	Número de personal capacitado a nivel municipal y estatal anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: La información generada, permite la toma de decisiones puntuales para implementar medidas preventivas que coadyuven en la efectividad del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire para el Estado de Baja California.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	

Actores Involucrados: La Secretaria de Salud, SEMARNAT, COFEPRIS, COESPRIS, áreas administrativas del estado y municipio que correspondan.

Instrumentación: El diseño de este programa estará a cargo de la Secretaría de Salud del Estado de Baja California a través de la Jurisdicción de Servicios de Salud #1 en Mexicali, en coordinación con la COESPRIS/COFEPRIS y la Dirección de Protección contra Riesgos Sanitarios, el cual deberá implementarse durante la vigencia del ProAire y deberán darle seguimiento los actores involucrados.

Costo estimado: No estimado.

Medida 30. Realizar estudios de exposición personal a contaminantes para conocer mejor los efectos que éstos tienen sobre la salud de la población.

Objetivo: Desarrollar estudios que permitan obtener información confiable sobre la exposición a la contaminación atmosférica, a lo largo del tiempo.

Justificación: Los estudios de exposición a contaminantes atmosféricos permiten el desarrollo y aplicación de políticas ambientales apropiadas, actuación en caso de contingencia de acuerdo a la ubicación de fuentes emisoras, así como apoyar proyectos de investigación sobre los efectos en la salud, principalmente en los grupos más vulnerables de la población.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Ejecutar periódicamente estudios sobre los efectos en la salud pública por la exposición a contaminantes criterio y tóxicos.	Secretaria de Salud COESPRIS Estado*	Informe actualizado de los estudios elaborados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Realizar estudios de impacto en la salud por las emisiones de H_2S y benceno proveniente de la región de Cerro Prieto incluyendo la Planta Geotermoeléctrica y las plantas de tratamiento de agua.	Secretaria de Salud COESPRIS Estado*	Estudios de impacto a la salud por H_2S y benceno elaborados.		Φ		Φ		Φ		Φ		Φ
3	Realizar un estudio sobre los efectos a la salud en la población por el cambio climático.	Secretaria de Salud COESPRIS Estado*	Estudio de efectos a la salud por cambio climático elaborado.		Φ		Φ		Φ		Φ		Φ
4	Evaluar el impacto del uso de agroquímicos en la calidad del aire y la salud de la población.	Secretaria de Salud COESPRIS SPA Estado*	Estudios de impacto a la calidad del aire por uso de agroquímicos realizados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Generar informes periódicos con los resultados de éstos estudios que sean accesibles para tomadores de decisiones y público en general.	Comité Núcleo Secretaría de Salud	Informe actualizado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Contar con información confiable y oportuna que permita implementar políticas ambientales apropiadas que atiendan las necesidades de salud en grupos vulnerables y en la población en general.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: La Secretaria de Salud, SEMARNAT, COFEPRIS, COESPRIS, SPA, áreas administrativas del estado y municipio que correspondan, centros de investigación e instituciones de educación superior.

Instrumentación: El diseño de los estudios sobre los efectos en salud pública estará a cargo de la Secretaria de Salud del Estado a través de la Jurisdicción correspondiente en conjunto con centros de investigación e instituciones de educación superior, el cual deberá implementarse durante la vigencia del ProAire y deberán darle seguimiento los actores involucrados. Las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

Costo estimado: No estimado.

Medida 31. Crear el sistema de alerta temprana en materia de salud ambiental (SATSA)

Objetivo: Contar con un sistema oportuno que permita activar medidas preventivas a fin de proteger la salud de la población contra posibles riesgos ocasionados por los contaminantes atmosféricos.

Justificación: Un sistema de alerta temprana es una herramienta complementaria a la información proporcionada por la red automática de monitoreo. Su propósito es proteger la salud de la población de Mexicali de los efectos derivados por la exposición a los contaminantes atmosféricos. Esto permitirá la una rápida reacción en cuanto a la aplicación de acciones que permitan minimizar los daños que pueda producir la contaminación atmosférica en el deterioro de las condiciones ambientales.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Crear un comité organizador del sistema de alerta temprana de salud ambiental (COSATSA) que incorporé miembros de la comunidad	COESPRIS SPA	Comité creado.		Φ								
2	Especificar los procedimientos de operación y actuación del SATSA.	COESPRIS SPA	Procedimientos de operación especificados.		Φ	Φ							
3	Definir un Índice de calidad del aire estatal basado en las NOM vigentes	Secretaria de Salud	Índice de calidad del aire establecido.		Φ	Φ							
4	Elaborar un mapa o plano de la cuenca atmosférica considerando comunidades y zonas vulnerables con un sistema de información geográfica (SIG)	COSATSA	Mapa de la cuenca atmosférica creado y referenciado con un SIG.			Φ	Φ						
5	Apoyar a la Red de Monitoreo Atmosférico en su operación eficiente para la obtención de datos confiables sobre calidad del aire en tiempo real.	COSATSA	Apoyos otorgados a la Red de Monitoreo Atmosférico para su funcionamiento óptimo.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Evaluar y analizar la información proporcionada por la Red de Monitoreo	COSATSA	Informes de análisis de la información de calidad del		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	Atmosférico para determinar los posibles daños a la población.		aire.										
7	Difundir la información a la población en general cuando existan riesgos a la salud por mala calidad del aire.	COSATSA	Campañas de difusión realizadas. Personas alcanzadas anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
8	Implementar herramientas de difusión de la calidad del aire como: abanderamiento en escuelas, hospitales, taxis sobre el Índice de Calidad del Aire.	COSATSA COESPRIS SPA	% de escuelas incorporadas anualmente.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
9	Construir un sitio WEB para el SATSA.	COSATSA	Página web funcionando.		Φ								

Beneficios esperados: Reducción de los posibles efectos a la salud de la población de Baja California en corto y mediano plazo por la exposición a los contaminantes atmosféricos.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	

Actores Involucrados: La SEMARNAT, COFEPRIS, COESPRIS, Secretaría de Salud del Estado, áreas administrativas del estado y municipio que correspondan, instituciones educativas y población en general.

Instrumentación: El diseño de este SATSA y su comité estará a cargo de la Secretaría de Salud del Estado, la COESPRIS y la SPA, en coordinación con la SEMARNAT, el cual deberá implementarse durante la vigencia del ProAire con la finalidad de que las medidas generadas sean incorporadas en las dependencias estatales y municipales de Baja California.

Costo estimado: No estimado.

Medida 32. Desarrollar y aplicar un programa de contingencias atmosféricas.

Objetivo: Contar con una herramienta que incluya las estrategias, acciones y procedimientos para atender los episodios con elevadas de concentraciones de contaminantes atmosféricos.

Justificación: El Programa de Contingencias Atmosféricas busca proteger y alertar a la población sobre episodios de elevadas concentraciones de contaminantes que puedan afectar su salud, así como reducir las emisiones de contaminantes durante el periodo de alerta mediante acciones coordinadas entre los tres niveles de gobierno y la sociedad.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Establecer un Comité de Respuesta a Contingencias Atmosféricas (CRCA).	Municipio* SPA	Comité creado.		Φ								
2	Especificar los procedimientos de operación y actuación del Programa de Contingencias, de acuerdo al Índice de calidad del aire y al SATSA	CRCA	Procedimientos de operación especificados.		Φ	Φ							
3	Difundir las medidas preventivas de protección de la salud a la población en general	CRCA COESPRIS SPA	Número de campañas de difusión realizadas. Número de personas alcanzadas anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Actualizar los niveles de aplicación del programa periódicamente	CRCA COESPRIS SPA	Revisión y actualización de los niveles de aplicación periódica.			Φ			Φ			Φ	
5	Vigilar e informar sobre el cumplimiento del Programa de contingencias.	CRCA	Número de días fuera de norma registrados. Informe sobre cumplimiento del programa de contingencias realizado.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Disminuir los efectos adversos derivados por los períodos de exposición de la población de Baja California a altos niveles de contaminantes alcanzados durante episodios de contingencias.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	

Actores involucrados: La SEMARNAT, COFEPRIS, COESPRIS, SPA, Secretaría de Salud del Estado, áreas administrativas del estado y municipio que correspondan, centros de investigación e instituciones de educación superior y COSATSA.

Instrumentación: El diseño de este programa estará a cargo de la SPA y las áreas correspondientes del municipio con apoyo del SATSA, en coordinación con la COFEPRIS, Dirección de Protección contra Riesgos Sanitarios y la SEMARNAT, elaborarán el programa de contingencias atmosféricas con la finalidad de proteger la salud de la población mediante la instrumentación coordinada de acciones para evitar la exposición a niveles altos de contaminantes atmosféricos. Estas dependencias serán las encargadas de vigilar el cumplimiento de la aplicación del programa y definirán la estrategia de comunicación que dará a conocer a la población las alertas de activación del programa.

En el marco del Programa Ambiental Frontera 2012, se cuenta con la meta 5 con el objetivo de mejorar la preparación conjunta para la respuesta ambiental y durante estos años, la USEPA, la PROFEPA, el Comando Norte de Estados Unidos y otras dependencias estatales y federales, han estado trabajado de manera conjunta para apoyar y ampliar las capacidades de respuesta sostenible de México y responder a incidentes de materiales peligrosos logrando así proteger la salud y el medio ambiente de las comunidades de la frontera México y Estados Unidos.

Costo estimado: No estimado.

Estrategia V. Desarrollo de capacidades institucionales, educación y cooperación internacional.

Medida 33. Establecer el Comité Núcleo para la implementación, seguimiento y evaluación para el ProAire - Mexicali.

Objetivo: Contar con un Comité Núcleo (CN) que sea responsable y de seguimiento a las acciones del ProAire Mexicali.

Justificación: Para lograr el cumplimiento en las metas y objetivos, es indispensable definir los mecanismos de evaluación, revisión y seguimiento al desempeño del ProAire – Mexicali a lo largo de los años de su vigencia. El CN permitirá conocer con efectividad el grado de cumplimiento de las diferentes líneas de acción establecidas en el programa, con lo que se identificarán también áreas de mejora. Será el principal promotor para la integración del marco jurídico y políticas ambientales a nivel local y regional que permitan el cumplimiento y la continuidad del Programa.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Crear el Comité Núcleo (CN) de seguimiento y evaluación.	SEMARNAT SPA Municipio*	Acta constitutiva firmada.	Φ									
2	Establecer los procedimientos operativos del CN.	SEMARNAT SPA Municipio*	Documento que establece procedimientos.		Φ								
3	Recopilar información del cumplimiento y avance en las medidas.	SPA CN	Informe semestral presentado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Evaluar y reorientar en su caso los objetivos, metas y acciones del programa de acuerdo a los resultados obtenidos.	CN	Número de medidas/acciones reorientadas.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Enviar un informe anual a SEMARNAT sobre los avances de las medidas y acciones incluidas.	SPA CN	Número de informes recibidos por SEMARNAT.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Difundir los resultados del Programa entre la población y las instituciones del municipio.	CN	Resultados del programa publicados.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
7	Evaluar el impacto del ProAire en cambio de emisiones comparando contra inventario de	CN SPA SEMARNAT	Impacto del ProAire evaluado.			Φ			Φ			Φ	

	inicio.												
8	Evaluar el costo inicial y final de las medidas del ProAire	SPA CN	Evaluación de costos.		Φ	Φ						Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados Verificar y promover los avances del ProAire, buscando la aplicación efectiva y consensuada de las medidas propuestas.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, PROFEPA, SSA, COFEPRIS, COESPRIS, Secretaría de Salud del Estado, SCT, SEP, SPA, Protección Civil, centros de investigación e instituciones de educación superior, organizaciones de la sociedad civil, organismos internacionales, las áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo al reglamento y cualquier otro que el CN considere necesario.

Instrumentación: La SEMARNAT en coordinación con la SPA coordinará y dirigirá la creación y el funcionamiento de dicho programa y para garantizar la operatividad del CN se integrarán grupos de trabajo por cada tipo de fuente considerada en el ProAire, que permita la implementación de las estrategias establecidas a través del cumplimiento de las acciones comprometidas; cada grupo tendrá un responsable. Los responsables de cada grupo de trabajo realizarán el seguimiento de cada una de las medidas acordadas y deberán aplicar los indicadores definidos para cada estrategia.

El CN convocará a los diversos sectores que participan en la implementación del Programa para establecer grupos de trabajo. Para el buen funcionamiento de éstos, se deberá nombrar un representante de cada instancia involucrada de acuerdo a las medidas consideradas para cada grupo, de manera que participe permanentemente y verifique el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

Costo estimado: No estimado.

Medida 34. Actualizar periódicamente el inventario de emisiones estatal de acuerdo a los criterios establecidos en el INEM.

Objetivo: Contar con información confiable y actualizada de las emisiones generadas, a través de la actualización trianual del inventario de emisiones de manera coordinada con el Plan del Inventario Nacional de Emisiones de la SEMARNAT.

Justificación: El Inventario de Emisiones en el estado y municipio, es un instrumento que permitirá identificar y cuantificar las emisiones generadas por cada una de las fuentes. Con ello se podrá evaluar la eficacia de las medidas implementadas y reorientar las líneas de acción de acuerdo al tipo de contaminante y fuente generadora.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Destinar recursos humanos, financieros y tecnológicos para la actualización del inventario, basado en una evaluación.	SPA Municipio*	Recursos financieros y humanos asignados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Elaboración del Plan de Actualización del inventario.	Municipio* SPA	Plan de trabajo del Inventario Actualizado.	Φ			Φ			Φ			Φ
3	Homologar el uso de metodologías y modelos de cálculo de emisiones en los tres órdenes de gobierno.	Municipio* SPA SEMARNAT	Metodologías y factores de emisión homologados.	Φ			Φ			Φ			Φ
4	Estimar las emisiones por tipos de fuentes fijas, de área, móviles y biogénicas.	Municipio* SPA	Tipos de fuentes con emisiones estimadas.	Φ			Φ			Φ			Φ
5	Publicar cada tres años el inventario de emisiones a la atmósfera del municipio de Mexicali.	Municipio* SPA	Inventario municipal publicado.		Φ			Φ			Φ		

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: El conocimiento de la contribución y tipo de contaminantes que se generan en el municipio de Mexicali permitirá la implementación de acciones y estrategias adecuadas para la gestión de la calidad del aire. Generar proyecciones de escenarios de emisiones a futuro.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	

Actores involucrados: SEMARNAT, SPA, CN, áreas administrativas del municipio que corresponda de acuerdo al reglamento, Cámara Nacional de la Industria de Transformación (Delegación Mexicali), Cámara de Comercio de Baja California, centros de investigación e instituciones de educación superior.

Instrumentación: Efectuar la revisión y actualización del Inventario de emisiones 2008 y versiones posteriores, estableciendo la formación de grupos de trabajo integrados por las autoridades de los tres órdenes de gobierno y especialista de la iniciativa privada e instituciones de educación superior. Adicionalmente esta información servirá como insumo para modelación y pronóstico de la calidad del aire.

Costo estimado: $6,000,000 (Seis millones de pesos)

Medida 35. Asegurar las capacidades técnica y financiera de la red de monitoreo atmosférico para garantizar su correcto funcionamiento en el Municipio de Mexicali.

Objetivo: Contar con una red de monitoreo atmosférico que permita obtener información confiable, de calidad y con cobertura total en el municipio de Mexicali.

Justificación: Esta medida está orientada a mejorar la red de monitoreo y el desempeño de cada una de las estaciones de monitoreo atmosférico y asegurar que su ubicación es apropiada y su cantidad es suficiente. Se busca también incrementar y mejorar la cobertura de monitoreo de Mexicali tanto de estaciones como de parámetros a medir, generando datos confiables, continuos y constantes.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Destinar recursos humanos, financieros y tecnológicos para operación, mantenimiento, validación y análisis de la información de monitoreo.	SPA Municipio*	Recursos financieros y humanos asignados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Desarrollar un Plan de Acción para la red de monitoreo de Baja California y en específico para Mexicali, que atienda los resultados de la auditoría elaborada por la USEPA e INE en 2010.	SEMARNAT SPA	Plan de acción desarrollado.		Φ	Φ							
3	Ejecutar el Plan de Acción para la red de monitoreo de Baja California, en específico para Mexicali.	SEMARNAT SPA	Resultados de Auditorias presentados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ				
4	Homologar los criterios y procedimientos de operación, validación y reporte de la información de calidad del aire de acuerdo a lo establecido por SEMARNAT-INE.	SEMARNAT INE SPA	Criterios homologados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Actualizar memorándum de entendimiento para la transferencia de la red de monitoreo atmosférico por parte de la USEPA y CARB al Municipio de Mexicali, en el cual se deberá establecer los apoyos	SPA INE SEMARNAT	Memorándum de entendimiento actualizado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	financieros y técnicos, así como capacitación para el personal operativo.												
6	Aplicar las metodologías establecidas por el INE para el manejo de software de transferencia y validación de datos.	SPA Municipio*	Información presentada de acuerdo a lo establecido por el INE.	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
7	Establecer colaboraciones entre el gobierno estatal y municipal e instituciones de educación superior para asegurar la operación de las estaciones de monitoreo.	SPA Municipio*	Convenios de colaboración firmados.				Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
8	Auditar periódicamente la calidad de datos generados en la red.	SPA Municipio*	Resultados de auditorías presentados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
9	Establecer un centro de control de monitoreo atmosférico.	SPA Municipio*	Centro de Control funcionando.	Φ	Φ								
10	Reportar la información de manera permanente al SINAICA.	INE SPA	Información reportada a SINAICA.	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
11	Evaluar qué parámetros de medición deben incluirse (por ejemplo, bioalérgenos y tóxicos)	SPA Municipio*	Número de parámetros incorporados.							Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Mejorar la confiabilidad, calidad y cobertura de la información de calidad del aire obtenida del monitoreo, la cual se utiliza en el diseño de programas y medidas dirigidas hacia la reducción de emisiones. Así mismo se aumentará la cobertura de los parámetros de medición.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: USEPA región 9, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología (INE), el Consejo de Recursos Atmosféricos del Estado de California (ARB), la SPA, las áreas administrativas del municipio que correspondan de acuerdo a reglamentos e instituciones de educación superior.
Instrumentación: La SPA en coordinación con la SEMARNAT, INE, ARB y USEPA región 9 e instituciones de educación superior, gestionará los recursos financieros, humanos y tecnológicos necesarios para lograr el objetivo de esta medida.

Costo estimado: No estimado.

Medida 36. Establecer un programa para realizar estudios de modelación de calidad del aire de forma regional, para los contaminantes criterio.

Objetivo: Generar información útil para la gestión de calidad del aire, a través de estudios de modelación de calidad del aire.

Justificación: La modelación es una herramienta que permite analizar y evaluar la dispersión y las reacciones en la atmósfera que dan origen a contaminantes secundarios, a nivel local y regional. Esto será posible con ayuda de modelos matemáticos que resuelvan las ecuaciones meteorológicas y de transporte. Con la modelación se podrá también evaluar la eficacia de medidas implementadas y hacer pronóstico de la calidad del aire.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Diseñar un plan estratégico de modelación atmosférica en Baja California, homologado con la federación.	SPA Municipio*	Plan estratégico de modelación atmosférica en Baja California presentado.		Φ	Φ							
2	Establecer convenios de cooperación en materia de modelación atmosférica con centros de investigación e instituciones de educación superior.	SPA	Número de convenios establecidos y nombre de las organizaciones .		Φ	Φ				Φ	Φ		
3	Destinar recursos humanos, financieros y tecnológicos para crear un área de modelación atmosférica dentro de la SPA.	SPA	Recursos financieros y humanos asignados por año.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Capacitar al personal técnico en modelación meteorológica y atmosférica.	SPA SEMARNAT	Número de personas capacitadas anualmente.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Adaptar el inventario de emisiones para su uso en modelación de meteorología, dispersión y calidad del aire.	SPA	Inventario adaptado para modelación.	Φ			Φ			Φ			Φ
6	Iniciar con la modelación meteorológica y de calidad del aire.	SPA	Modelación meteorológica y de calidad del aire desarrolladas.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
7	Analizar los resultados de las modelaciones para determinar el impacto en la región de	SPA	Informe de Resultados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	los contaminantes atmosféricos.												
8	Realizar pronósticos de calidad del aire y análisis de escenarios futuros, mediante modelación.	SPA	Modelaciones de escenarios futuros desarrolladas.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
9	Publicar regularmente los resultados de la modelación y los pronósticos de meteorología y de calidad del aire.	SPA	Informe de Meteorología y Modelación de Calidad del Aire.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Conocimiento del comportamiento de contaminantes y su impacto en la región de Mexicali, mejor y más rápida toma de decisiones para implementar acciones y estrategias adecuadas para la gestión de la calidad del aire. Se podrán estudiar y analizar escenarios futuros.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SPA, SEMARNAT, Cámara Nacional de la Industria de Transformación (Delegación Mexicali), Cámara de Comercio de Baja California, centros de investigación e instituciones de educación superior.

Instrumentación: La SPA desarrollará en coordinación y con apoyo de la SEMARNAT un programa estratégico de modelación atmosférica homologado que operará de forma permanente dentro de la SPA. Asimismo, buscará establecer convenios de cooperación organismos nacionales e internacionales para conseguir financiamiento. Efectuar la revisión y actualización del Inventario de emisiones 2008 y versiones posteriores, estableciendo la transformación del inventario a datos útiles para modelación. Se coordinará con la SEMARNAT, universidades y centros de investigación para capacitar al personal y analizar la información. Con base en el INEM se realizaran las modelaciones meteorológicas y de calidad del aire.

Costo estimado: No estimado.

Medida 37. Establecer un sistema de comunicación a la población sobre la calidad del aire en tiempo real, su importancia, los riesgos para la salud pública y las acciones para su prevención o mejora.

Objetivo: Mantener informada a la población de Mexicali sobre la calidad del aire, así como de su importancia y los riesgos para la salud pública y las acciones para su prevención o mejora prevención o mejora.

Justificación: La información es básica para que las personas puedan proteger su salud. La sociedad juega un papel importante en el éxito de los programas implementados para mejorar el medio ambiente, por esta razón es indispensable reforzar la divulgación de los efectos derivados por la contaminación atmosférica, así como de las medidas tomadas para mejorar la calidad del aire, los beneficios y riesgos de no hacer nada. Un canal de comunicación apropiado entre las instituciones involucradas y los habitantes del estado permitirán la toma de decisiones políticas oportuna en materia de calidad del aire.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Elaborar una estrategia de comunicación que incluya la información de calidad del aire.	SPA Municipio*	Estrategia de comunicación elaborada.		Φ	Φ							
2	Implementar la estrategia considerando los distintos tipos de información y los diferentes públicos objetivo.	SPA Municipio*	Estrategia implementada.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Informar en tiempo real sobre la calidad del aire reportada por la red y el pronóstico de la calidad del aire en el municipio.	SPA Municipio*	Número de informes realizados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Implementar campañas de comunicación en medios masivos para dar a conocer información general sobre calidad del aire y su gestión	SPA Municipio*	Número y tipo de campañas de comunicación masivas implementadas.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
5	Realizar una campaña para socializar el tema de calidad del aire y los beneficios de prevenir la contaminación.	SPA Municipio*	Campaña de socialización realizada.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
6	Desarrollar una página web interactiva de gestión de la calidad del aire con secciones para	SPA Municipio*	Sitio web operando. Número de		Φ	Φ							

	la población en general y la más vulnerable (el público infantil y adultos mayores) que incluya: información básica sobre la calidad del aire de la región, sus impactos sobre la salud de la población y medidas preventivas.		visitas al sitio Web registradas por año.										
7	Desarrollar herramientas de comunicación alternativa (como Twitter, Facebook u otros) para difundir la información del estado de la calidad, sus impactos y consecuencias así como acciones para prevenirla.	SPA Municipio*	Número y tipo de herramientas de comunicación en funcionamiento. Número de seguidores registrados por herramienta de comunicación por año.		Φ	Φ							
8	Crear un concurso dirigido a estudiantes de artes gráficas y comunicación, para generar proyectos de difusión de la información en tiempo real/casi real sobre contaminación atmosférica y salud.	Municipio* SPA	Número de concursos realizados. Ganadores del concurso y nombre de su proyecto.		Φ		Φ		Φ		Φ		Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Población informada y consciente de los efectos ambientales generados de las actividades de los diversos sectores. Sector social comprometido a colaborar en la ejecución y propuesta de acciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire del entorno.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NOX**	**COV**	**Tóxicos**	**GEI**
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, medios de comunicación estatales, Secretaria de Educación del Gobierno del Estado, centros de investigación e instituciones educativas, asociaciones civiles y comunidad en general.

Instrumentación: El municipio y la SPA coordinaran los grupos de trabajo sobre este tema recibiendo apoyo de la SEP, SEMARNAT e INE. El fortalecimiento del canal de comunicación se realizará con la participación de los diversos sectores involucrados a fin de establecer las

estrategias y acciones específicas. Las instituciones educativas plantearán los requisitos necesarios para la promoción del concurso para los proyectos de difusión de la contaminación atmosférico y sus efectos.

Las dependencias involucradas serán las encargadas de vigilar el cumplimiento de la aplicación del programa y deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

Costo estimado: No estimado.

Medida 38. Fortalecer la educación ambiental sobre la calidad del aire, su problemática y soluciones en la educación básica y media del municipio.

Objetivo: Fomentar la conciencia y cultura ambiental en la población de Mexicali sobre la problemática de la contaminación atmosférica y sus repercusiones a través de la implementación de un programa de educación ambiental integral que permita la promoción y desarrollo de proyectos y acciones a corto y mediano plazo.

Justificación: El desarrollo económico y poblacional acelerado de Mexicali ha traído consigo un aumento en la problemática ambiental. La implementación de medidas ambientales ayudan a mitigar el problema, sin embargo, es necesario fomentar la conciencia ambiental en los habitantes de la región implementando un programa de educación ambiental en todos los niveles de enseñanza que permita comprender la magnitud de la problemática y de apertura al desarrollo de proyectos y/o propuestas ambientales a corto y mediano plazo que contribuyan al mejoramiento ambiental.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Definir las necesidades de capacitación en materia de calidad del aire en los diversos niveles de la educación básica y media.	Secretaría de Educación SPA	Necesidades de capacitación identificadas.		Φ	Φ					Φ	Φ	
2	Actualizar el programa estatal de educación ambiental en materia de calidad del aire.	Secretaría de Educación SPA	Programa estatal de educación ambiental desarrollado y actualizado.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Establecer convenios de colaboración con la SEP y otras instituciones para influir en la educación informal por medio de programas existentes como: IMJUVE, Escuela Segura, Escuela de Calidad, Parlamento de las Niñas y Niños de México, etc.	Secretaría de Educación SPA	Convenio firmado. Taller elaborado. Personas capacitadas anualmente.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
4	Establecer convenios de colaboración con SEMARNAT-CECADESU y los consejos escolares.	Secretaría de Educación SPA	Convenio firmado.		Φ	Φ							
5	Participar con escuelas del municipio en el programa de certificación de Escuela	Secretaría de Educación SPA	Número de escuelas certificadas en el municipio		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ

	Verde.		anualmente.										

Beneficios esperados: Población capacitada y consciente de los efectos en la calidad del aire generados por las actividades de los diversos sectores. Sector educativo comprometido en la implementación de medidas que contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire. Desarrollo de proyectos educativos y de investigación que permitan disminuir las emisiones al aire y los daños causados por la contaminación atmosférica.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: Comité Núcleo, SEMARNAT, SEP, Secretaria de Educación del Gobierno del Estado, SPA, centros de investigación e instituciones educativas, asociaciones civiles y comunidad en general.

Instrumentación: El diseño del programa de educación ambiental se realizará con la participación de los diferentes sectores involucrados a fin de establecer las estrategias y acciones específicas. La educación formal se trabajará coordinadamente con docentes y alumnos de los diferentes niveles. Para el fomento de la cultura ambiental se propiciará la participación de la sociedad civil a fin de captar las necesidades y sugerencias de educación y cultura ambiental. Se contará con canales telefónicos y electrónicos para la recepción de propuestas y de atención de demandas. Las dependencias involucradas serán las encargadas de vigilar el cumplimiento de la aplicación del programa y deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

Costo estimado: No estimado.

Medida 39. Impulsar el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo científico-tecnológico en materia de calidad del aire en educación media superior y superior en Mexicali.

Objetivo: Desarrollar estudios científicos y de desarrollo tecnológico para el impulso de acciones específicas para el mejoramiento de la calidad del aire en el Valle de Mexicali.

Justificación: Es necesario tener herramientas científicas y técnicas que ayuden a entender el comportamiento de los contaminantes, sus posibles efectos en la salud de la población y la manera de minimizar las emisiones. Para ello, es necesario desarrollar diferentes líneas de investigación en materia de calidad del aire que permitan, en el corto, mediano y largo plazo desarrollar mayores capacidades en los niveles de educación media superior y superior.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Identificar temas prioritarios de Investigación científica-tecnológica.	Secretaría de Educación SPA Municipio*	Temas prioritarios identificados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Establecer convenios con instituciones de educación superior nacionales y extranjeras sobre áreas de investigación específicas en materia de calidad del aire.	SPA Municipio*	Convenios firmados.			Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Otorgar una beca permanente de investigación en materia de calidad del aire a nivel medio superior y superior.	Secretaría de Educación SPA	Número de becas otorgadas y nombre del proyecto de investigación.		Φ		Φ		Φ		Φ		Φ

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Contar con alternativas para atender la problemática de la contaminación atmosférica local, regional y global, y generar información para la toma de decisiones.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: CN, INE, SPA, las áreas administrativas municipales que correspondan, centros de investigación e instituciones educativas.

Instrumentación: La SPA y el municipio con apoyo de la SEMARNAT, el INE y la SEP, identificarán temas prioritarios que sean objeto de investigación que fortalezca la coordinación con dependencias y sectores involucrados para la determinación de necesidades específicas y prioridades en cuestiones científico-tecnológicas. Se fortalecerán además las capacidades locales de investigación en temas de aire creando una beca para los niveles medio-superior y superior, además de establecer convenios con universidades y centros de investigación (nacionales y extranjeros) para el desarrollo de capacidades.

Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

Costo estimado: $5,000,000 (Cinco millones de pesos)

Medida 40. Establecer mecanismos de coordinación con el Grupo de Trabajo de Calidad del Aire de Mexicali-Imperial Valley.

Objetivo: Proteger el medio ambiente y la salud pública en la cuenca atmosférica Mexicali – Imperial Country de manera consistente con los principios de desarrollo sostenible.

Justificación: Los temas fronterizos son especial relevancia tanto a nivel federal como estatal y municipal por la dinámica urbana, socioeconómica y ambiental que se genera debido a la cercanía física. Los programas Frontera 2012 y su programa sucesor, permiten obtener el apoyo de los gobiernos de ambos países para realizar de manera coordinada, estudios, programas y actividades regionales que permitan reducir y controlar las emisiones a la atmósfera.

Acciones y Cronograma de Ejecución.

No.	Acciones	Responsable Principal	Indicador de cumplimiento	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Identificar y proponer proyectos en el Valle de Mexicali para reducir contaminantes convencionales del aire	Municipio* SPA	Número de proyectos realizados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
2	Identificar y proponer proyectos en el valle de Mexicali para la reducción de emisiones de GEI.	SPA Municipio*	Número de Proyectos desarrollados.		Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ	Φ
3	Hacer una revisión periódica de la información y las propuestas presentadas en el grupo de trabajo para su inclusión en el ProAire.	CN SPA Municipio*	Número de revisiones realizadas al año.		Φ			Φ			Φ		

*Las áreas administrativas que correspondan de acuerdo al reglamento.

Beneficios esperados: Cumplimiento a un compromiso internacional, mayor fortalecimiento de la gestión de la calidad del aire en Mexicali, acceso a recursos económicos y humanos para mejorar el control de la calidad del aire, realización de estudios de investigación.

Gases y/o contaminantes involucrados:							
PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOX	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Actores involucrados: SEMARNAT, USEPA y región 9, Consejo de Recursos Atmosféricos del Estado de California (CARB), SPA, gobierno del estado y municipio y autoridades de Valle Imperial.

Instrumentación: Se dará continuidad a una serie de actividades binacionales que, en el marco del programa Frontera 2012, fueron iniciadas años atrás. Entre estas actividades se pueden destacar: aspectos metodológicos de elaboración de inventario de emisiones, la consolidación de los subgrupos de trabajo de calidad del aire y energía, transporte limpio y cruces fronterizos, elaboración de estudios de evaluación de reducción de emisiones en fuentes móviles, fijas y de área, recopilación de información meteorológica y de inventario de emisiones, así como el uso de modelos de calidad del aire, y el apoyo a los proyectos de investigación sobre calidad del aire. Así mismo, se continuará con el proyecto de Modelo de Gestión Binacional para la Calidad del Aire de Imperial y Mexicali.

Costo estimado: No estimado.

Fuentes de Información Consultadas.

Adams, D & Comrie, A 1997, 'The North American monsoon', Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 78, pp.2197- 2213.

Arya, S 1981, 'Parameterizing the height of the stable atmospheric Boundary layer', Journal of Applied Meteorology, vol. 20, pp. 1192-1202.

Brown, M, Muller, C, Wang, G & Costigan, K 'Meteorological simulations of boundary-layer structure during the 1996 Paso del Norte Ozone Study', The Science of the Total Environment, vol. 276, pp. 111-133.

Collins, K, Quintero, N, Reyna C & Yruretagoyena, C 2003, 'Comprensión de la contaminación del aire y la salud en la cuenca binacional atmosférica de los Valles de Imperial y Mexicali',

CONAPO 2003, *Proyecciones de la población de México, de las entidades federativas, de los municipios y de las localidades 2000-2050*, Documentos Metodológicos.

Cortés, L 2005, 'Simulación de Concentración de contaminantes empleando los códigos MM5 y MCCM', Centro de investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua.

Cure 2002, 'NW-Quest 4Sight: An interactive model resource flows and urban development in North West region', Manchester.

Eastern Research Group 2008, *Inventario de emissions de Mexicali 2005 (Mexicali Emissions Inventory 2005)*, Draft Final Report, October 3.

ENVISION 2005, *Lower Fraser Basin Quest: Model Structure*, Envision Sustainability Tools Inc.

Estrella, V & Ranfla, G 1996, 'Demografía y economía de una capital estatal', Estudios Fronterizos, vol. 37(38), pp. 9-32.

García, R, Schoenemeyer, T, Jazcilevich, A, Ruiz S, & Fuentes G 2000, pp. 71-78, 'Air Polution VII: Implementation of the Multiscale Climate Chemistry Model (MCCM) for Central Mexico', WIT Press, Southampton.

González, P 1994, 'Crecimiento industrial y riesgo urbano: Caso de Mexicali, Baja California', Estudios Fronterizos, vol. 34, pp. 9-30.

Grell, G, Dudhia, J 1994, 'A description of the Fifth-generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)', NCAR Tecc Note, vol. 398, pp. 122.

Instituto Nacional de Ecología 2007. *Evaluación de los beneficios de las medidas de control de contaminación atmosférica en la Ciudad de Mexicali*.

Instituto Nacional de Ecología 2008, *Estudio de emisiones y características vehiculares en Mexicali y Tijuana, B.C.* Noviembre.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía 1991, *XI Censo General de Población y Vivienda 1990.*

Instituto Nacional de Estadística y Geografía 1997, *División Territorial del estado de Baja California de 1810 a 1995.*

Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2001, *XII Censo General de Población y Vivienda 2000.*

Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2009, *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*.

Jazcilevich, A, Garcia, A, Ruiz S, Cruz N, Delgado, J, Tellez, C & Chias, L 2003, 'An Air quality Modeling study Comparing Two Possible Sites for the new international airport for Mexico City', Journal of the Air & Waste Management Association, vol. 53, pp. 366-378.

Jazcilevich, D, Garcia, A & Ruiz S, L 2002, 'A modeling study of air pollution trough land use change in the Valley of Mexico', Atmospheric Environment, vol. 36, pp. 2297-2307.

Laspau 2005. *The border Ozone Reduction and Air Quality Improvement Program*.

Leyva, O 2007, 'Transición hacia la sustentabilidad del desarrollo urbano de la Ciudad-Región de Mexicali 1990-2005', Colegio de la Frontera Norte, Tijuana.

Márquez, R & Lara, A 1999. 'Preserving the traditional brick kiln way of life in Mexico, while reducing air pollution using innovative low technology', Lindbergh Grant Recipient from New Mexico State University, viewed 16 April 2008.

Mendoza, A, Gutierrez, A, Pardo, E & Allen, J, 'Volatile Organic Compounds in the downtown area of Mexicali, Mexico during the Spring of 2005: analysis of ambient data', *In Proceedings of the 99th Annual Conference of the Air & Waste Management Association, New Orleans, June 2006.*

Mendoza, A, Pardo, E, Gutierrez, A, Caballero, P & Martinez, J, 'Characterization of PM2.5 composition and concentration levels in the Mexicali/imperial Valley border area during Fall of 2004 and Spring of 2005', *In Proceedings of the 99th Annual Conference of the Air & Waste Management Association, New Orleans, June 2006.*

Mendoza-Dominguez, A, Wilkinson, J, Yang, Y & Russell, A, 'Modeling and Direct Sensitivity Analysis of Biogenic Emissions Impacts on Regional Ozone Formation in the Mexico-U.S. Border Area', Journal of the Air & Waste Management Association 2000, vol. 50, pp. 21-31.

Olvera, M 2005, 'Simulación de concentración de contaminantes en la Ciudad de Querétaro empleando MCCM', Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro de Arteaga.

Ortinez, A 2005, 'Evaluación del impacto en calidad del aire y clima por desarrollos urbanos en la ciudad de Acapulco', Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera.

Osornio, V, Hernández N, Yañez A, Ussler, W, Verby, L & Brody, A 1991, 'Lung cell toxicity experimentally induced by a mixed dust from Mexicali, Baja California, México', Environmental Research, vol. 56, pp. 31-47.

Osornio, V, Hernández, R, Yáñez B, Ussler, W, Overby, LH, Brody, AR 1991, 'Lung cell toxicity experimentally induced by a mixed dust from Mexicali, Baja California, México, Environmental Research, 56 (1): 31-47.

Osornio, V, Serrano J, Flores, G, Zuk, M, Miranda, J, Rojas, B, Vázquez, I, Sánchez, P, García, C, Reyna, C, Quintero, N, López, T & Rosas, I 2008, 'Qué tanto contribuye el suelo en la toxicidad de las $PM_{2.5}$ y las PM_{10} de la ciudad de Mexicali', *XIII Encuentro Nacional de Investigadores, Oaxaca, Oaxaca México, 15-18 Octubre.*

Pasquill, F. 1961, *The estimation of the dispersion of windborne material. The Meteorological Magazine*, 90, 33-49.

Pearson, J., Bachireddy, Ch., Sangameswaran Sh., Goldfine, A., and Brownstein, J. 2010, *Association between fine particulate matter and diabetes prevalence in the U.S.* Diabetes Care 33:2196–2201.

Reyna, C, Álvarez, J 2001, *El último suspiro de vida. Ciencia y Desarrollo*, CONACyT, Julio Agosto, 159, 40-45 .

Reyna, C, Nava, M, Rodríguez, L, Virgen T 2007, 'Un Sistema de Vigilancia Binacional como Indicador de los Efectos de la Contaminación Aérea Sobre la Salud Ambiental del Municipio de Mexicali y Valle Imperial', LASPAU's Border Ozone Reduction and Air Quality Improvement Program.

Reyna, C, Quintero, N, Collins, K y Vildósola R 2003, *Análisis de la relación del PM10 con las enfermedades respiratorias en la población de Mexicali*, Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, vol. XXXIV, Núm. 2, p.p. 116-125.

Reyna, C, Quintero, N.M. Collins, K. 2005. 'Correlation study of the association of PM_{10} with the main respiratory diseases in the populations of Mexicali, Baja California and Imperial County, California, Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, vol. XVI, num. 1, pp. 22-36.

Reyna, C, Rodríguez L, Virgen, T 2007, *A Binational Surveillance System as Indicator of the Air Pollution Effects over the Environmental Health from Mexicali/Imperial Region*, Segundo Reporte Parcial Laspau.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2000, *Programa para mejorar la calidad del aire de Mexicali 2000-2005.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2006, *Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999*.

Secretaria de Salud del Estado de Baja California 1998, *Informe Semanal de casos Nuevos de enfermedades*.

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Gobierno del Estado, Municipio de Mexicali 2000, *El programa para Mejora del Aire de Mexicali 2000-2005.*

Seibert, P 1996. 'The role of ground-based remote sensing techniques in providing, meteorological input to modern dispersion models', *Proceedings 8th International Symposium on Acoustic Remote Sensing and Associated Techniques of the Atmosphere and Ocean, Moscow, May 27-31,1996,*University of Vienna, Vienna Austria, pp. 5.1-5.8.

Sheth, A & Giel T 2000, 'Understanding the PM2.5 problem, A technical literature review and possible control options', *Pollution Engineering* J.l 32-35: March

Sosa, F 2006, *Política de precios y energía para el Municipio de Mexicali: Un análisis de Insumo-Producto*, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana.

Strub, P & James, C 2002, 'Altimeter-derived surface circulation in the large-scale NE Pacific Gyres. : Part 2: 1997–1998 El Niño anomalies', *Progress in Oceanography*, vol. 53, pp. 185-214.

Sweedler, A, Fertong, M, Colling, K & Quintero, N 2003, 'Air Quality in the California-Baja California Border Region', San Diego State University Press, San Diego California.

UABC & CCBRES. April 9th and 10th 2002. Forum on Environmental Health at the California- Baja California Border.

Universidad Autónoma de Baja California 2004, *Estudio para la Evaluación del Impacto del Programa Integral de Mejoramiento de Calidad de Vida*, Mexicali, Baja California, México.

Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería, García O 1996, p. 80, *Climatología Sinóptica del estado de Baja California.*

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, García, E 1981, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a la República Mexicana).*

Zielinska, B, Sagebiel, J, Harshfield, G, Pasek, R, 2001 'Volatile organic compound measurements in the California/Mexico border region during SCOS97' Science of the total environment, vol. 276, pp. 19-31.