



INFORME

CALIDAD DEL AIRE

2016

Sistema de Monitoreo
Atmosférico de Jalisco

Mtro. Jorge Aristóteles Sandoval Díaz
Gobernador Constitucional del Estado de Jalisco

Biol. María Magdalena Ruiz Mejía
Secretario de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Mtra. Adriana Rodríguez Villavicencio
Directora de Gestión de la Calidad del Aire

Elaboración, redacción y gráficas
M. en C. Estefany López Murillo

Revisión
Mtra. Adriana Rodríguez Villavicencio

Diseño e imagen
Mtro. Hernán Josué Andrade Salgado
L.D.G. Martha Itzel González Arévalo

Mapas
Geog. Karla Elizalde Trujillo

Circunvalación Agustín Yáñez 2343,
Colonia Moderna.
C.P. 44130. Tel. 3030-8250.
Guadalajara Jalisco, Mayo 2016.



RESPIRA LA VIDA

Aire limpio. Futuro saludable.



CONTENIDO

1. Introducción	5
2. Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco (SIMAJ)	6
2.1 Desempeño del sistema de monitoreo durante el año 2016	8
3. Normatividad	10
4. Meteorología	11
5. Indicadores de fuerzas motrices	12
5.1 Situación poblacional	12
5.2 Verificación vehicular	14
6. Indicadores de presión en materia de Calidad del Aire	15
6.1 Fuentes de contaminación a la atmósfera	15
6.2 Índice de motorización	15
6.3 Venta de combustibles en el Estado	15
6.4 Vehículos registrados en el Estado	16
6.5 Antigüedad del parque vehicular	17
7. Indicadores del Estado en materia de Calidad del Aire	21
7.1 Indicadores de impactos en salud	21
7.1.1 Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀)	21
7.1.1.2 Comportamiento estacional de las PM ₁₀	23
7.1.2 Ozono	25
7.1.2.1 Comportamiento del ozono durante las diferentes épocas del año, durante el 2016	27
7.1.3 Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5})	29
7.1.4 Monóxido de Carbono	31
7.1.5 Bióxido de Azufre	33
7.1.6 Bióxido de Nitrógeno	35

CONTENIDO

7.2 Indicadores y acciones derivadas del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)	37
7.2.1 Episodios de mala calidad del aire	39
7.2.3 Comparativo histórico del Índice IMECA	51
8. Índice UV	52
9. Acciones y programas	53
9.1 Hacia un programa de Movilidad Escolar Sustentable en el AMG	53
9.2 Intervención al sector ladrillero	53

Este informe es posible gracias a la contribución y trabajo continuo del siguiente equipo de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial:

Dirección de Gestión de Calidad del Aire

Mtra. Adriana Rodríguez Villavicencio, Ing. Andrés Aranda Martínez, M. en C. Estefany López Murillo, M. en C. Adriana Barradas Gimete y C. Cristina Sánchez Lira

Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Jalisco

Ing. Jorge Edgar Blanco Gómez, Ing. José Alfredo Jiménez Ramos, Ing. Luis Daniel Ocegueda Burgos, C. Juan Comparán Mares

Dirección de Regulación de Emisiones Vehiculares

Ing. Jesús Oswaldo Velasco Aguilera

Dirección de Información y Sistemas

Ing. Carlos Gerardo Flores Núñez, Mtro. Hernán Josué Andrade Salgado, Geog. Karla Elizalde Trujillo

1. Introducción

Cada día las ciudades del mundo enfrentan importantes retos ambientales, derivados del deterioro y la contaminación causada por el incremento poblacional y la necesidad de cubrir los requerimientos básicos para los que habitamos las grandes urbes, forzando de ésta manera la capacidad de producción de nuestros suelos agrícolas, contaminando el agua con desechos químicos y urbanos, así como el aire que respiramos por la quema de combustibles fósiles y la suspensión de aerosoles y materia orgánica.

Es por ello que resulta imperante el mayor conocimiento de los factores que inciden y agravan la problemática así como la respuesta ante ella, mediante acciones que permitan reducir y revertir los efectos de la contaminación atmosférica, procurando así la salud de las poblaciones.

La mala calidad del aire actualmente es catalogada como causa de cáncer por la Organización Mundial de la Salud, resulta ser en la actualidad el reto medioambiental y de salud más grande al que nos enfrentamos en la actualidad¹.

Este informe 2016, tiene como fin presentar un análisis de la situación de la calidad del aire basado en los registros de monitoreo atmosférico, presentando indicadores que se relacionan con su deterioro en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG).

En el año 2016 se incrementaron los episodios de mala calidad del aire comparativamente con el año 2015 con 39 precontingencias, y 7 contingencias, lo que implica 22 y 3 más respectivamente en el comparación con el año 2015, cabe señalar que la presencia de algunos de estos eventos críticos se vieron favorecidos por fenómenos meteorológicos que permitieron la permanencia y concentración de contaminantes en algunas zonas de la ciudad.

¹ Tomado de la Campaña Breathelife 2030, Organización Mundial de la Salud, 2017.



2. Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco (SIMAJ)

El sistema de monitoreo atmosférico de Jalisco (SIMAJ), actualmente conformada por 10 estaciones de monitoreo fijas y una estación móvil permite la cuantificación y medición de los contaminantes que están disueltos en la atmósfera, así como siete pantallas informativas que muestran los niveles de contaminación traducidos en IMECA en diferentes puntos de la ciudad, incluyendo el centro de control desde dónde se monitorea el funcionamiento de los equipos analizadores, se planea el mantenimiento de las estaciones y calibración de quipos, y se supervisa el almacenamiento de datos, con el fin de que éstos sean de calidad, suficientes y procesados para comunicarlos cada hora en el portal oficial.



Imagen. Equipamiento del SIMAJ

Las diez estaciones fijas de monitoreo atmosférico analizan las concentraciones de 5 contaminantes criterio y 5 parámetros meteorológicos; por otra parte, las pantallas informativas muestran la información del índice IMECA actualizado cada hora, registrado en cada uno de los sitios de medición en el Área Metropolitana de Guadalajara.

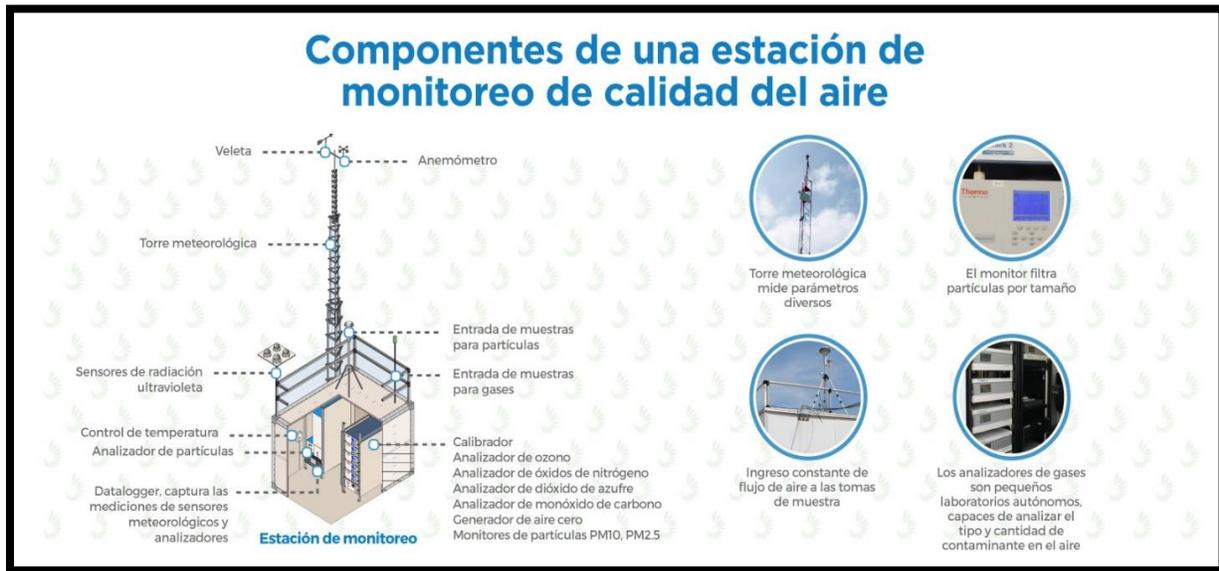


Figura 1. Componentes de una estación de monitoreo atmosférico

Fuente: SEMADET, 2017.



Figura 2. Operación del Sistema de Monitoreo Atmosférico

Fuente: SEMADET, 2017

2.1 Desempeño del sistema de monitoreo durante el año 2016

Cada año se evalúa la suficiencia de datos registrados por los instrumentos de medición operando en las estaciones de monitoreo con la intención de generar un reporte de desempeño que permita identificar el funcionamiento global del sistema de medición de la calidad del aire, ello posibilita identificar oportunidades de mejora.

Equipo de monitoreo	Tipo de dato	Datos horarios validados		
		Malo (<50%)	Regular (= 50% y <75%)	Bueno (= 75%)
Automático	Horario	0 a 4391 (año bisiesto)	4392 a 6587	6588 a 8760
		0 a 4379 (año no bisiesto)	4380 a 6569	6570 a 8760
Manual	Muestreo de 24 horas	0 a 30	31 a 45	46 a 61

Tabla 1. Evaluación de desempeño de las estaciones de monitoreo propuesta por el Instituto Nacional de Ecología.

Fuente INE, 2009².

Evaluación de desempeño de equipos de medición del SIMAJ

El desempeño de instrumentos analizadores de gases y monitores de partículas fue BUENO para la mayoría de los parámetros con excepción para los equipos de PM₁₀ que presentaron fallas, sin embargo éstos fueron provistos tanto de aditamentos y refacciones necesarias para su adecuado funcionamiento, caso similar para los monitores PM_{2.5}, resultando en una puesta en marcha y funcionamiento en el 2017.

² Actualmente Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Tabla 2. Evaluación del desempeño de las estaciones de monitoreo atmosférico en el AMG, durante el 2016.

Estación	O3	NOx	SO2	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	WS	WD	T	HR	RS
AGU	8426	7277	4829	8412	3644		8779	8779	8779	8779	
ATE	4855	8180	8113	8179	3543		8711	8711	8711	8711	
CEN	8144	8393	7642	5760	3807		8781	8781		8781	
LDO	7713	7862	5940	8474	7618		8362	8362	8362		
MIR	6497	6457	5420	7071	2100		8442		8442	8442	
OBL	8251	8231	8218	8327	3752		8768	8768	8768	8768	
PIN	7848	7782	946	7305	5443		8778	8778	8778	8778	
SFE	7403	7798	2298	7707	7479	7459	8753	8753			8753
TLA	8138	8309	8307	8295	3873		8714	8714	8714	8714	
VAL	8422	8230	6229	7608	3883		8764	8764	8764	8764	8764

AGU	Águilas
ATE	Atemajac
CEN	Centro
LDO	Loma Dorada
MIR	Miravalle
OBL	Oblatos
PIN	Pintas
SFE	Santa Fe
TLA	Tlaquepaque
VAL	Vallarta

O3	Ozono
NOX	Óxidos de nitrógeno
SO2	Bióxido de azufre
CO	Monóxido de carbono
PM10	Partículas menores a 10 micrómetros
PM2.5	Partículas menores a 2.5 micrómetros
WS	Velocidad de vientos
WD	Dirección de vientos
T	Temperatura
HR	Humedad relativa
RS	Radiación solar

- Analizador con fallas en su funcionamiento
- La estación no cuenta con el equipo

3. Normatividad

Los niveles de exposición permisibles de acuerdo a normatividad en México, EUA y lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud se observan en la siguiente tabla.

Contaminante	Norma Oficial Mexicana	Valores de Concentración Máxima			Criterios Internacionales	
		Exposición aguda		Exposición crónica	EPA	OMS
		Concentración promedio (tiempo) ³	Frecuencia máxima aceptable	Concentración promedio (tiempo)		
O ₃	NOM-020-SSA1-2014	0.095 ppm (1 hora)	No se permite	NA	0.07 ppm	0.05 ppm
		0.07 ppm (8 horas)	1 vez al año			
CO	NOM-021-SSA1-1993	11 ppm (8 horas)	1 vez al año	NA	35 ppm (1 hora)	25 ppm (1 hora)
					9 ppm (8 horas)	10 ppm (8 horas)
SO ₂	NOM-022-SSA1-2010	0.200 ppm (1 hora)	2 veces al año	0.025 ppm (media anual)	0.075 ppm (1 hora) ^a	0.007 ppm (24 horas)
		0.110 ppm (24 horas)	1 vez al año		0.5 ppm (3 horas) ^b	
NO ₂	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año	NA	0.1 ppm (1 hora) ^a	0.1 ppm (1 hora)
					0.53 ppm (media anual) ^{a,b}	0.02 ppm (media anual)
PM ₁₀	NOM-025-SSA1-2014	75 µg/m ³ (24 horas)	2% de los datos diarios en un año	40 µg/m ³ (media anual)	150 µg/m ³ (24 horas)	50 µg/m ³ (24 horas)
20 µg/m ³ (media anual)						
PM _{2.5}	NOM-025-SSA1-2014	45 µg/m ³ (24 horas)	2% de los datos diarios en un año	12 µg/m ³ (media anual)	35 µg/m ³ (24 horas)	25 µg/m ³ (24 horas)
10 µg/m ³ (media anual)						

Tabla 3. Normatividad vigente para límites de concentración en aire ambiente de los contaminantes criterio.

³ Unidades de concentración utilizadas: ppm (partes por millón) y µg/m³ (microgramos por metro cúbico).

a Contaminante primario

b Contaminante secundario

4. Meteorología

El Área Metropolitana de Guadalajara, presenta un clima semicálido subhúmedo, con presencia de lluvias en verano y un aumento de temperaturas durante los meses de abril a junio y temperaturas más templadas en el invierno.

Los días más fríos se presentaron durante el mes de enero y las más altas durante abril y mayo, éste parámetro tiene una estrecha relación con el comportamiento de los contaminantes cuya concentración aunada a los niveles de radiación solar, caracterizan las dos temporadas más críticas de calidad del aire la temporada invernal y la temporada seca fría.

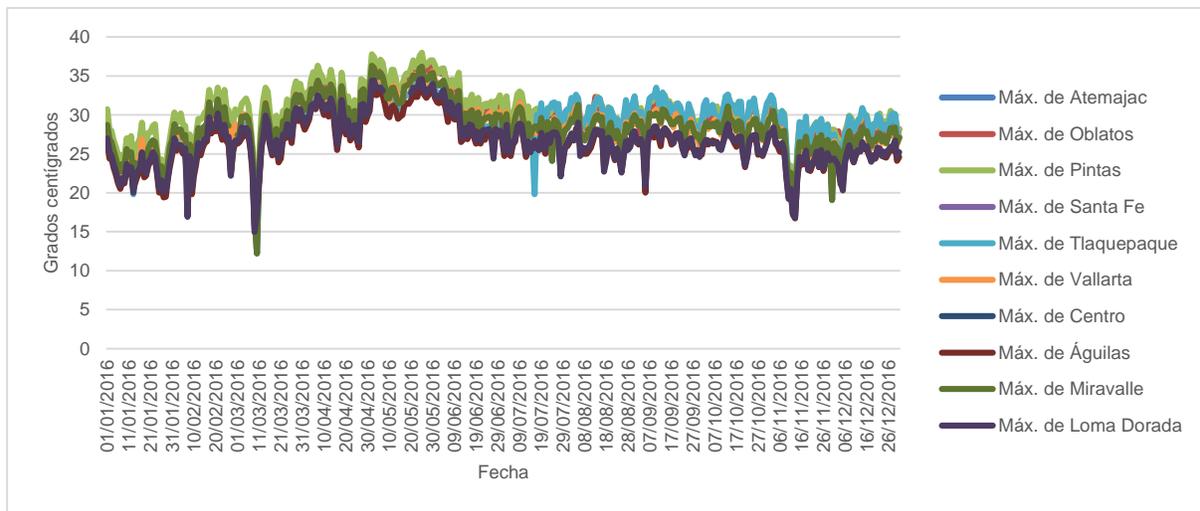


Figura 3. Temperaturas máximas registradas durante 2016 en la red meteorológica del SIMAJ.

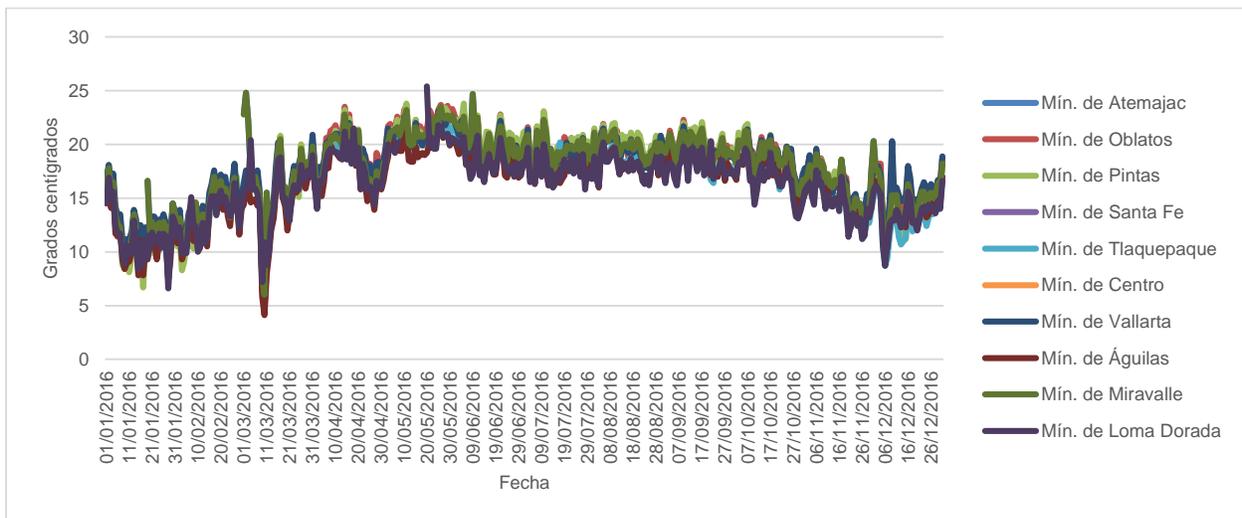


Figura 4. Temperaturas mínimas presentadas durante 2016

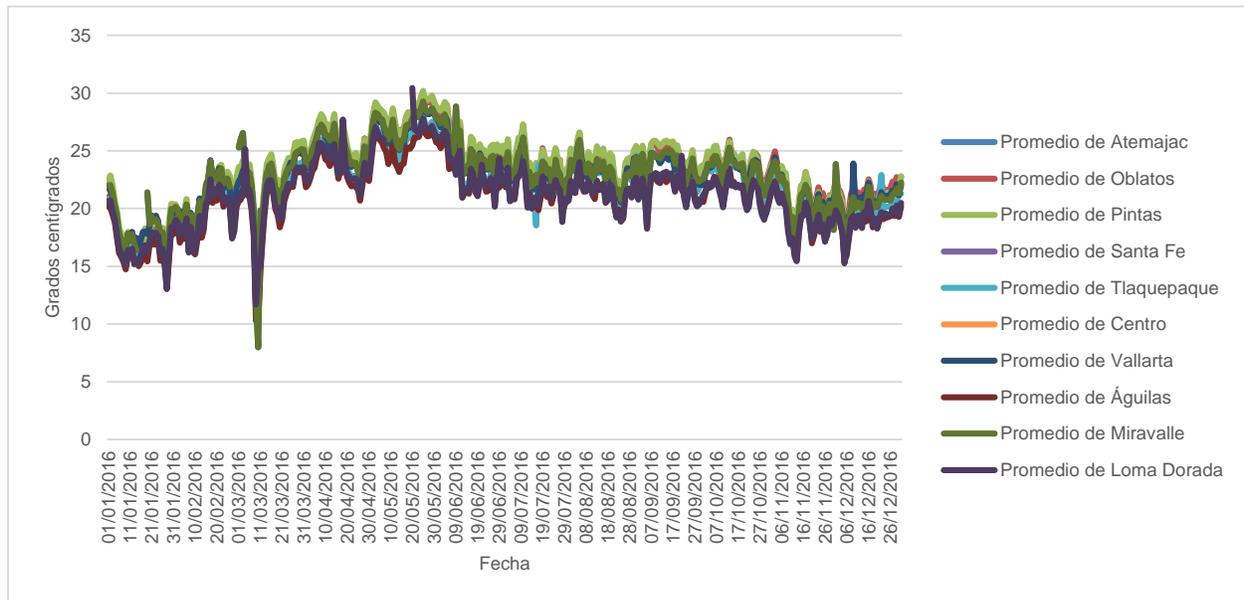


Figura 5. Promedio de temperaturas en el área Metropolitana de Guadalajara durante el 2016

5. Indicadores de fuerzas motrices

Las Fuerzas Motrices pueden ser definidas como factores socio-económicos que causan o favorecen cambios en el medio ambiente, los cuales influyen positiva o negativamente las presiones en el medio ambiente.⁴ Factores como el incremento poblacional y el alto número de vehículos en circulación.

El incremento poblacional y el ingreso de más vehículos automotores en circulación, son factores asociados a la mala calidad del aire en las ciudades, y el AMG, no es la excepción.

5.1 Situación poblacional

La población proyectada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), para el año 2016 en Jalisco corresponde a un total de 8' 022, 181 personas.

⁴ EPA, Estrategia para el Desarrollo de Indicadores (2012).

De acuerdo con datos de CONAPO, al 1 de julio de 2017 el AMG alcanzó los 4 millones 980 mil 756 personas, las cuales representan el 61.4% de la población del estado; lo que implica que 6 de cada 10 jaliscienses radican en alguno de estos municipios.

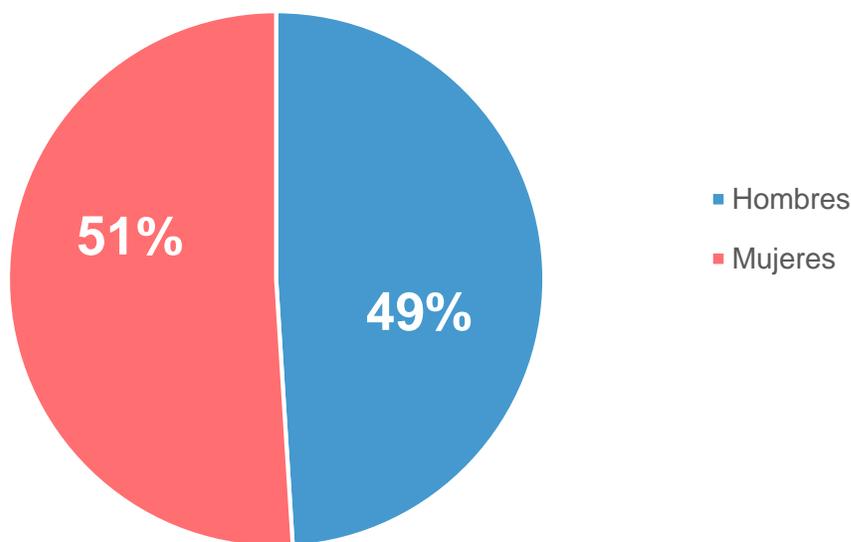


Figura 6. Población total según sexo, Jalisco, 2016

Fuente: Elaborado por el IIEG con base en CONAPO; Proyecciones de la Población para las entidades federativas 2010-2030.

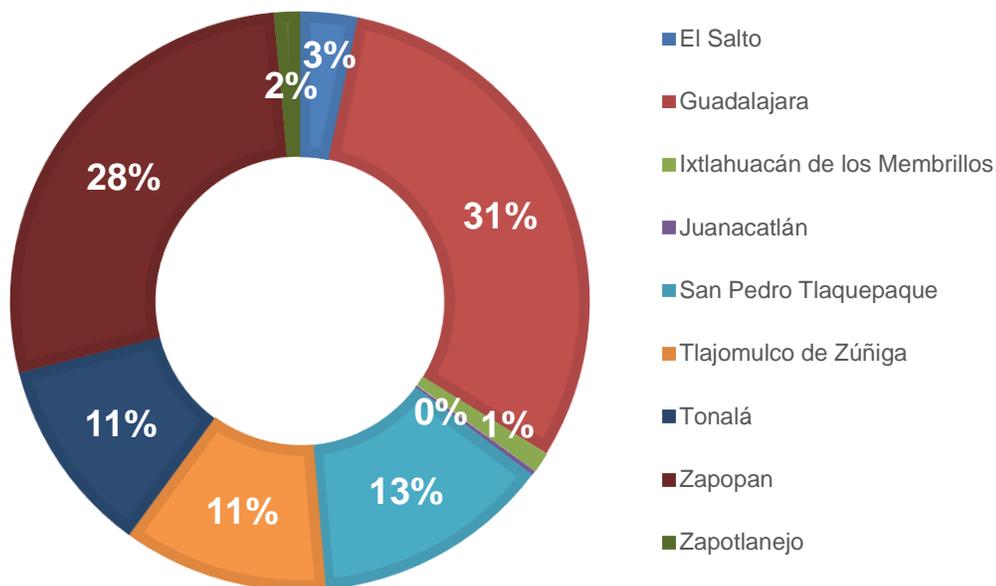


Figura 7. Porcentaje de distribución de la población por municipio del Área Metropolitana de Guadalajara durante el 2016

5.2 Verificación vehicular

El Programa “Control de Emisiones” para la verificación vehicular obligatoria del Estado de Jalisco, registró que para el año 2016 un total de 894,902 vehículos realizaron la prueba de verificación, de los cuales 798,207 fueron aprobados y 96,695 rechazados, lo que representa un 23.72% de cumplimiento considerando un padrón vehicular de 3´836,421 automóviles.

Para el caso del AMG, donde el registro vehicular fue de 2´456,835 automotores, únicamente el 29% de los mismos pasaron la prueba (638,709 vehículos).

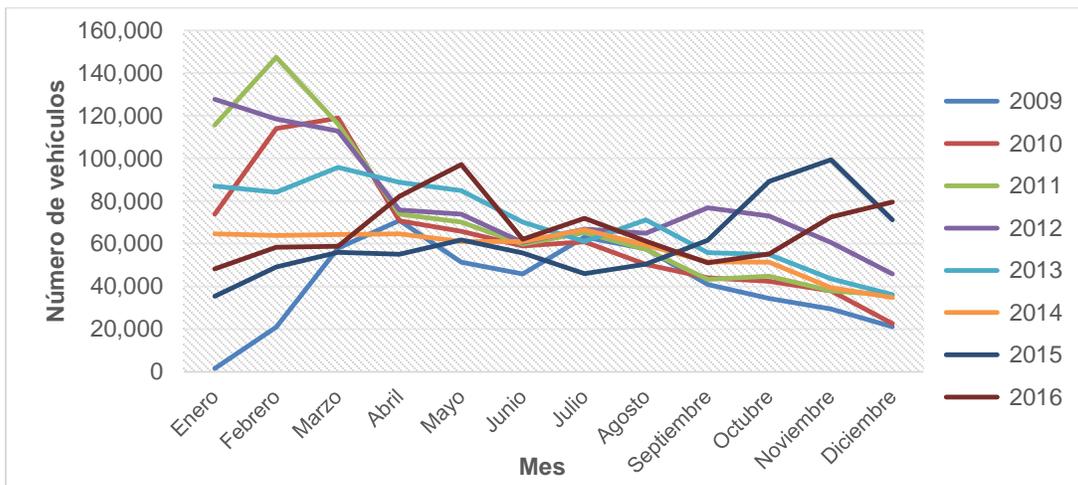


Figura 8. Número de verificaciones vehiculares aprobadas en Jalisco, periodo anual 2009-2016.

Fuente: SEMADET, 2017.

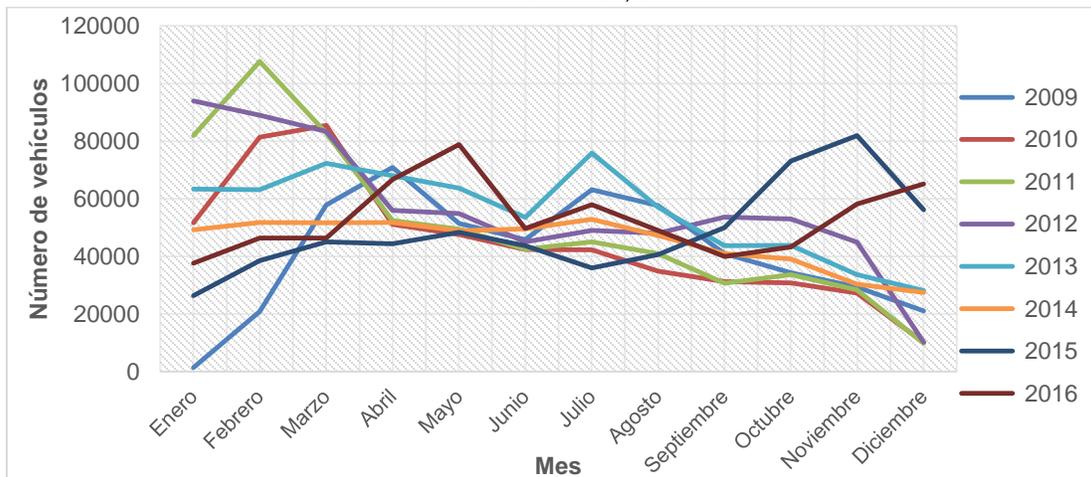


Figura 9. Número de verificaciones vehiculares aprobadas en el AMG, periodo anual 2009-2016

Fuente: SEMADET, 2017

6. Indicadores de presión en materia de Calidad del Aire

Los indicadores de presión pueden ser definidos como aquellos de origen natural o antropogénico, que tienen la capacidad de “cambiar” la calidad del aire, y que pueden ser cuantificables o medidos; como su nombre lo dice ejercen una “presión” sobre el medio, dichos cambios pueden tener un impacto en la salud de las poblaciones.

6.1 Fuentes de contaminación a la atmósfera

Considerando que para el Área Metropolitana de Guadalajara el numeroso parque vehicular aporta el mayor volumen de emisiones de contaminantes criterio⁵ (96% de las emisiones), resulta imprescindible la inclusión de éste indicador que deteriora de forma importante la calidad del aire.

6.2 Índice de motorización

El índice de motorización estimado para 2015 es de 2.2 habitantes por vehículo, lo anterior nos habla del intenso uso de éste medio de transporte en el Estado, siendo el AMG dónde circula la mayor parte de los vehículos.



2.3
Habitantes
por vehículo
en 2016

Fuente: Elaboración propia con datos del IIEG⁶ y SEPAF⁷ 2017

6.3 Venta de combustibles en el Estado

Los combustibles fósiles aportan una diversidad de compuestos contaminantes a la atmósfera durante todo el proceso que la combustión de los elementos que lo componen.

⁵ Según lo referido en el Inventario de Emisiones del Estado de Jalisco en 2008

⁶ IIEG con base en CONAPO; Proyecciones de la Población para las entidades federativas 2010-2030.

⁷ Datos de registro vehicular obtenido en las recaudadoras del Estado de Jalisco por la Secretaría de Planeación Administración y Finanzas.

En el Estado de Jalisco la mayor cantidad de combustible vendido corresponde al de gasolina magna, es de observarse que las ventas de combustible han disminuido mayormente en el año 2016, situación que no presenta relación con el número de vehículos que se incorporan a nueva circulación en el Estado.

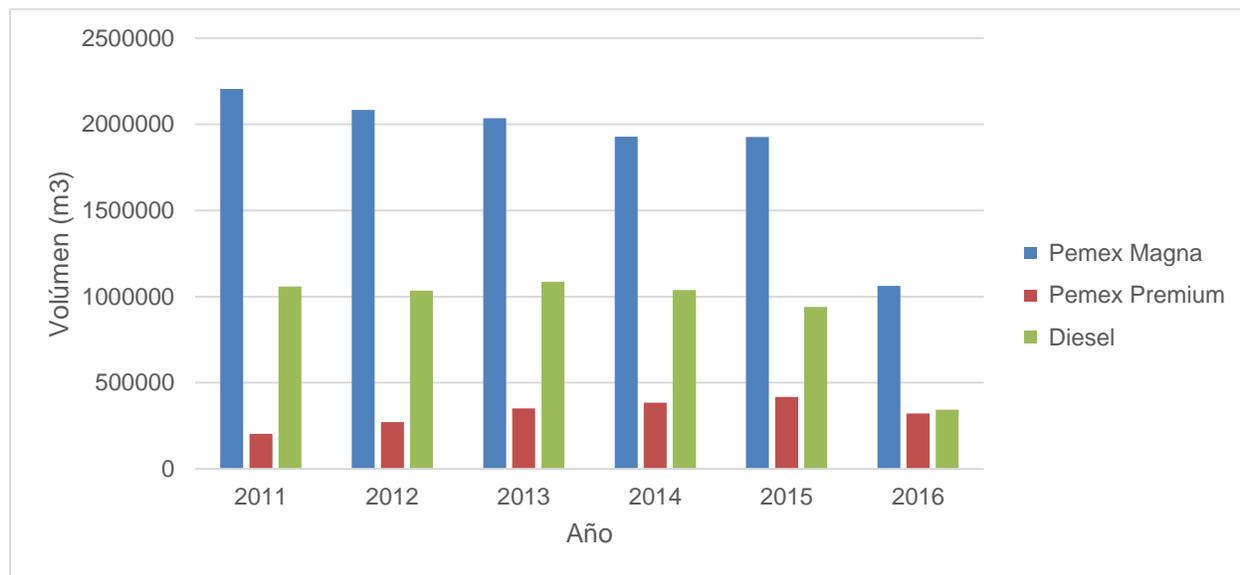


Figura 10. Venta de combustibles en el Estado de Jalisco, 2011-2016.
Fuente: Secretaría de Energía, Sistema de Información Energética, 2017

6.4 Vehículos registrados en el Estado

La Secretaría de Planeación Administración y Finanzas (SEPAF) genera el registro de vehículos en el Estado de Jalisco, obtenidos del trámite de refrendo vehicular, para el año 2016 se registraron 3'366,846 vehículos, 73,601 más que el 2015.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2,966,631	2,829,142	2,854,272	2,853,594		3,076,224	3,293,245	3,366,846

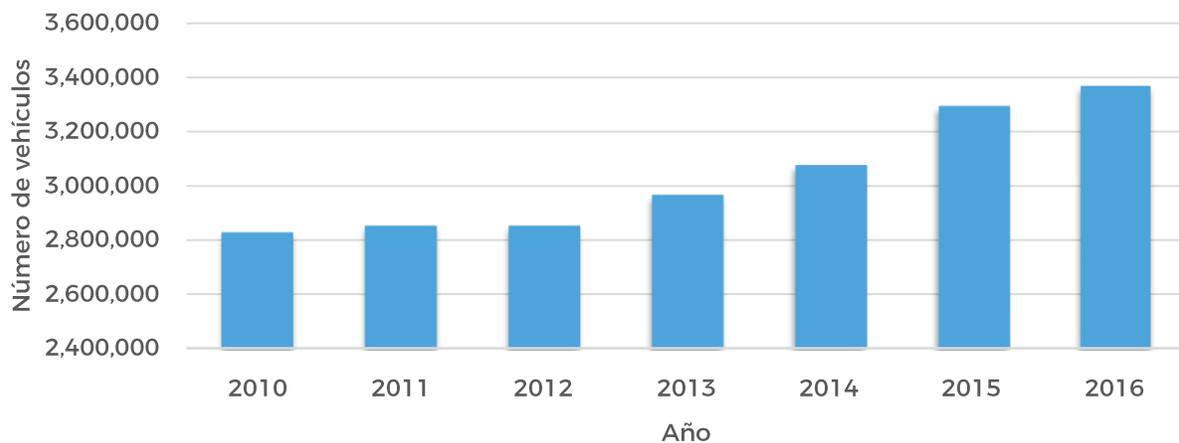


Figura 11. Crecimiento vehicular en Jalisco en el periodo 2010-2016

Fuente: Elaboración Propia con datos de la SEPAF, 2017.

6.5 Antigüedad del parque vehicular

El parque vehicular en circulación en el Estado de Jalisco ha aumentado en los últimos años tal y como se mostraba en el indicador de padrón vehicular, de acuerdo al último parque vehicular caracterizado, el cual corresponde a 2015, los vehículos en circulación se han dividido en tres categorías en función de la tecnología de control de emisiones incorporada. En el caso de los vehículos a gasolina, el 31% del parque vehicular no contaría con sistemas de control de emisiones, teniendo una antigüedad de al menos 26 años; por otra parte, un 40% del parque vehicular montaría convertidores catalíticos y sistemas de control evaporativo envejecidos o eliminados, teniendo una antigüedad de al menos 13 años, dejando un 29% del parque vehicular con convertidor catalítico, sistema de control evaporativo y sistema OBD⁸ y una antigüedad no mayor a 12 años.

⁸ On Board Diagnosis System; siglas en inglés para Sistema de Diagnóstico Abordo

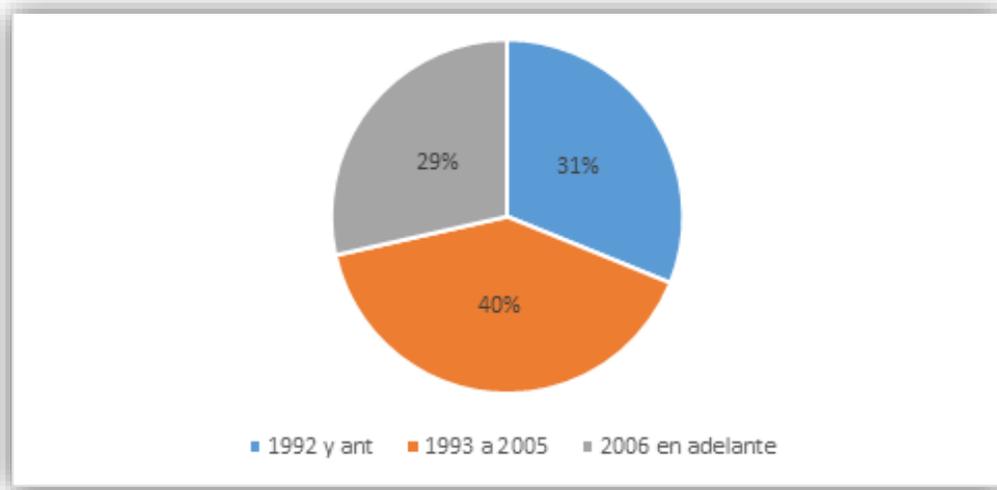


Figura 12. Vehículos a gasolina por año modelo en el parque vehicular registrado en Jalisco en 2016

Fuente: Dirección de Regulación de emisiones vehiculares de la SEMADET, 2017.

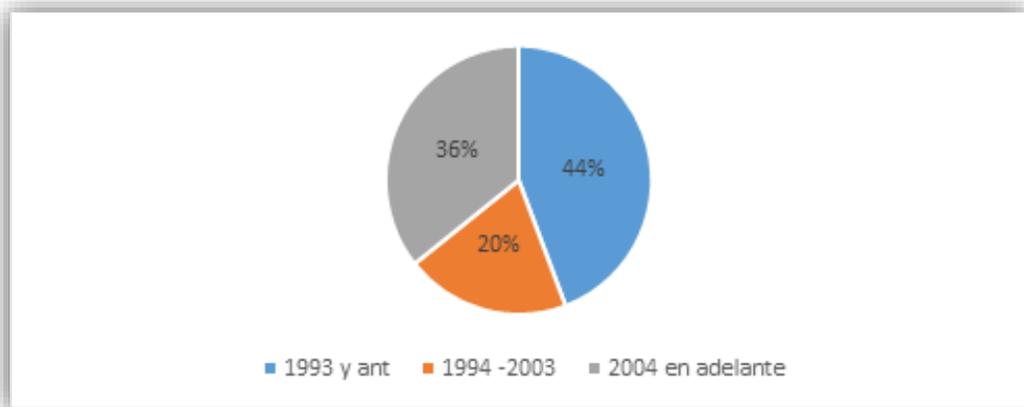


Figura 13. Vehículos a diésel por año modelo en el parque vehicular registrado en Jalisco en 2016

Fuente: Dirección de Regulación de emisiones vehiculares de la SEMADET, 2017.

En la siguiente gráfica puede observarse la distribución del parque vehicular de acuerdo a su año modelo, considerando únicamente vehículos que de origen deberían montar algún sistema de control de emisiones adicionado a la utilización de inyección electrónica de combustible.

Categorías vehiculares

Clave	Nombre de la categoría
VP	Vehículo particular
Suv	Vehículo utilitario deportivo
PUP	Pick Up
CL1-2	Camiones Ligeros clase 1 y 2
CL3-4	Camiones Ligeros clase 3 y 4
k	Camiones hasta 3 toneladas
m	Camiones hasta 16 toneladas
MC	Motocicletas

Tabla 4. Categorías vehiculares de los vehículos registrados en el Estado de Jalisco.

Por otro lado, el parque vehicular a diésel, el 44% corresponde a vehículos con tecnología obsoleta y sin sistemas de control de emisiones, un 20% cuenta con sistema de inyección mecánica y sistemas de control de emisiones envejecidos y un 36% cuenta con sistemas de inyección electrónica y sistemas de control de emisiones.

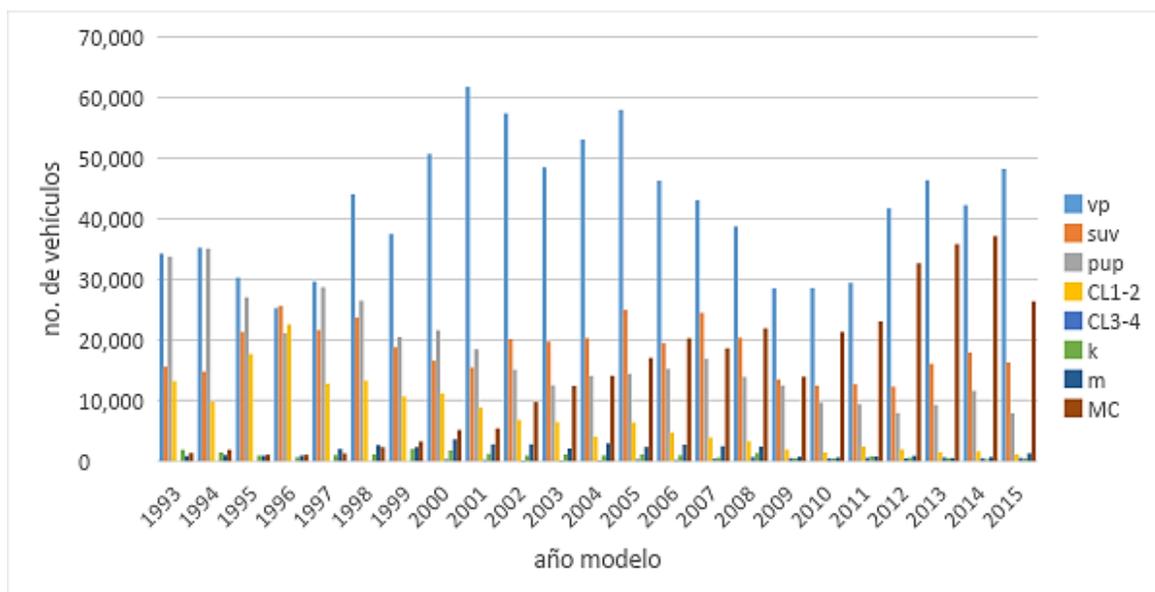


Figura 14. Número de vehículos por categorías de parque vehicular y año modelo que usan gasolina registrados en el 2016.

Fuente: Dirección de Regulación de emisiones vehiculares de la SEMADET, 2017.

De igual manera, en la siguiente gráfica puede observarse la distribución del parque vehicular a diésel de acuerdo a su año modelo, considerando únicamente vehículos que dé origen deberían montar algún sistema de control de emisiones adicionado a la utilización de inyección de combustible tanto mecánica como electrónica. Cabe mencionar que la mayor parte del parque vehicular a diésel, corresponde a vehículos pesados.

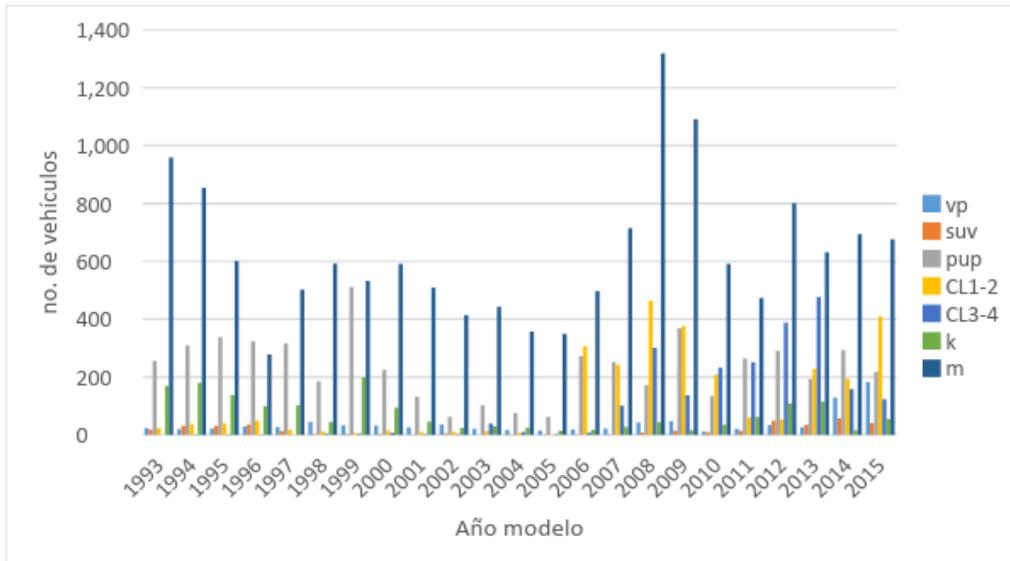


Figura 15. Número de vehículos por categorías de parque vehicular y año modelo que usan diésel registrados en el 2016.

Fuente: Dirección de Regulación de emisiones vehiculares de la SEMADET, 2017.

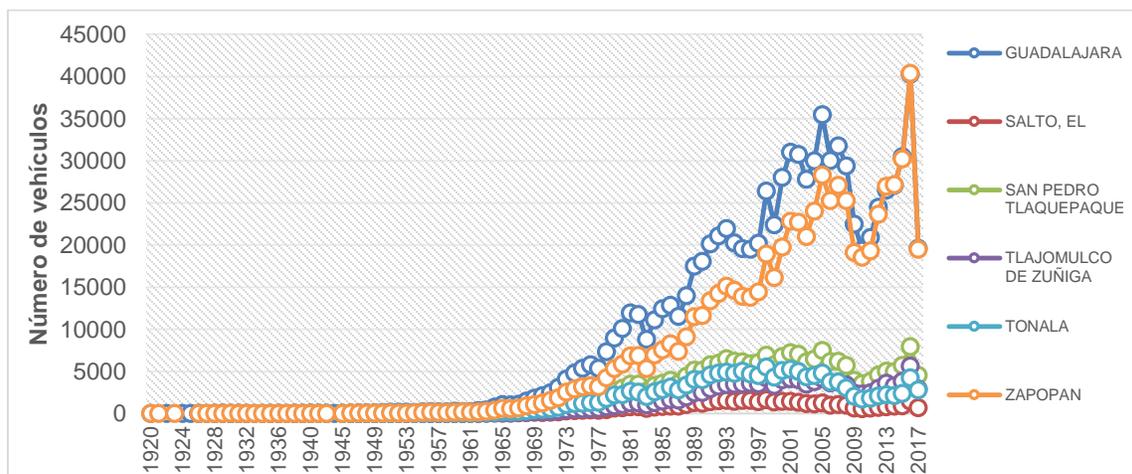


Figura 16. Antigüedad del parque vehicular registrado en el AMG durante el 2016.

Fuente: Elaboración propia con datos de la SEPAF, 2017.

7 Indicadores del Estado en materia de Calidad del Aire

Estos indicadores evalúan como su nombre lo dice “el estado” de la calidad del aire, mostrando información cuantificable de las concentraciones o cantidades presentes de un contaminante en el aire atmosférico.

Las diez estaciones de monitoreo atmosférico miden y cuantifican cinco contaminantes criterio (Partículas menores a diez micras, Ozono, Monóxido de carbono, Bióxido de azufre y Óxidos de nitrógeno), y para la estación Santa Fe también partículas menores a dos punto cinco micras. Con los datos registrados de éstos contaminantes se generan indicadores que permiten evaluar el cumplimiento de las normas en materia de salud ambiental que establecen los límites permisibles de exposición a éstos contaminantes.

7.1 Indicadores de impactos en salud

Los indicadores de impactos en salud son los relacionados con las NOM's de la Secretaría de Salud y corresponden a la evaluación del percentil 98 y promedio anual para el caso de material particulado, el quinto máximo para Ozono.

7.1.1 Partículas menores a 10 micras (PM₁₀)

El material particulado es uno de los principales contaminantes que se generan en el área metropolitana, el origen de éstos corresponde principalmente a las actividades agrícolas (quemadas), calles sin pavimentar, vehículos a diésel en circulación, emisiones de combustión en la industria, incendios forestales, y resuspensión de polvos de actividades como los bancos de material, entre otros.

La fracción de PM₁₀ (partículas menores a 10 micras), es la que se encuentra en mayor concentración en el área metropolitana.

NOM-025-SSA1-2014

75 µg/m ³	LÍMITE DE 24 HORAS
40 µg/m ³	PROMEDIO ANUAL

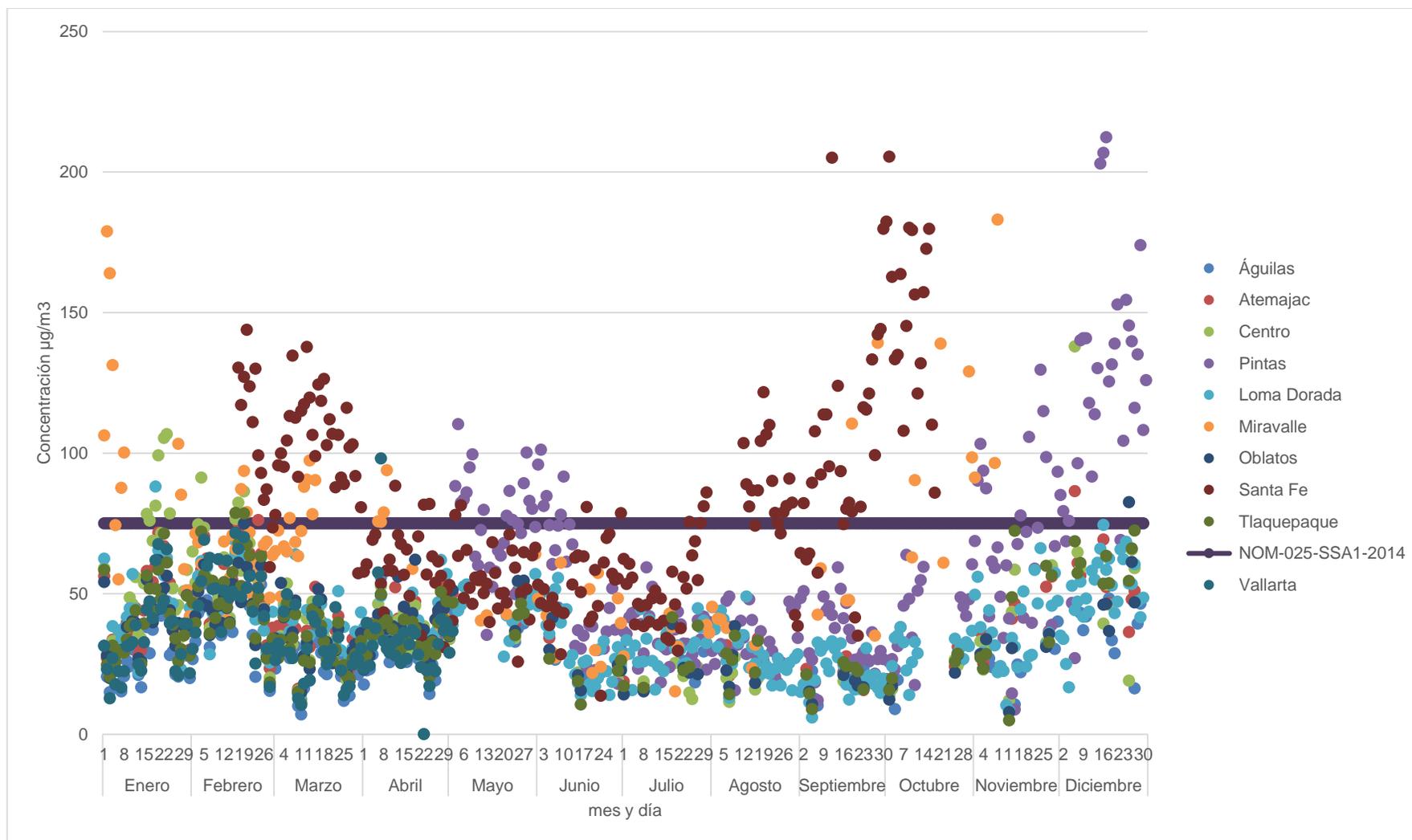


Figura 17. Promedio de 24 horas de las concentraciones de PM10 durante el 2016

Fuente: Elaboración Propia

7.1.1.2 Comportamiento estacional de las PM₁₀

La partículas menores a 10 micrómetros, incrementan durante el invierno debido a fenómenos como la inversión térmica, durante la primavera también se observa un incremento debido a la ausencia de lluvias y la presencia de estabilidad atmosférica. Lo anterior puede observarse en los siguientes mapas de comportamiento estacional del contaminante.

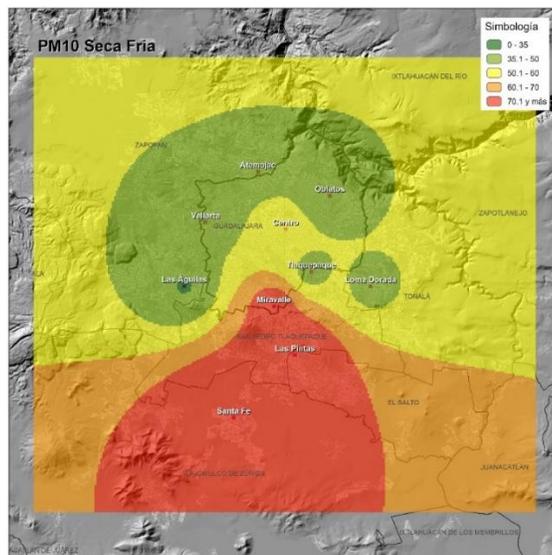


Figura 18. Comportamiento del contaminante PM₁₀ durante la temporada secas frías (enero, febrero, noviembre y diciembre) ,2016.

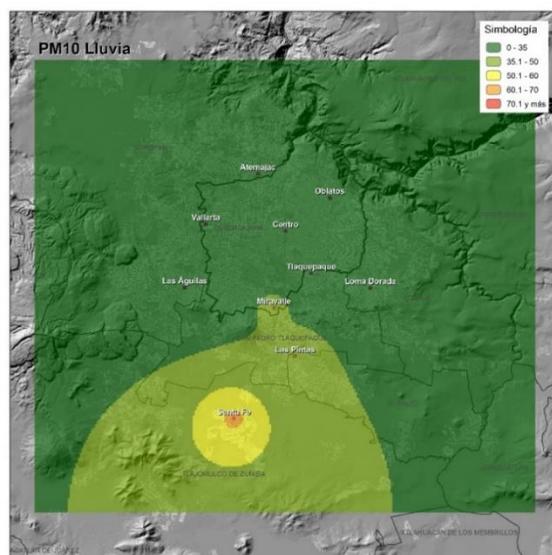


Figura 19. Comportamiento del contaminante PM₁₀ durante la temporada de lluvias (junio a octubre) 2016.

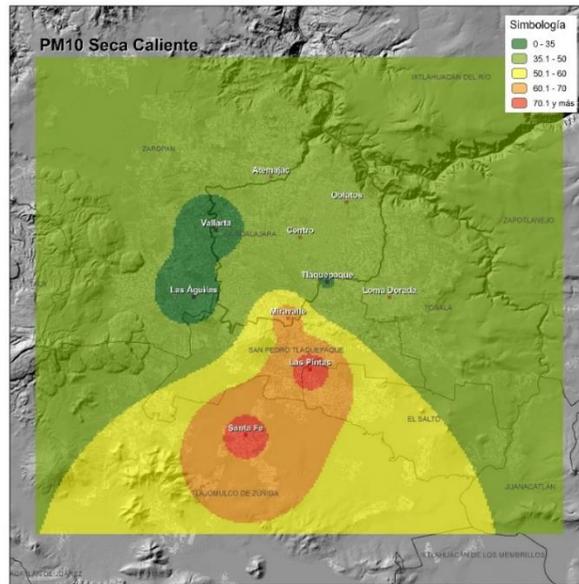


Figura 20. Comportamiento del contaminante PM₁₀ durante la temporada secas caliente (marzo a mayo) 2016.

7.1.2 Ozono

El ozono como contaminante es un gas incoloro, e inodoro que al contacto con vías respiratorias tiene un efecto irritante, derivado de su naturaleza química.

Este gas es denominado un contaminante secundario debido a que se forma en presencia de otros compuestos tales como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles que en reacción con el sol forman el ozono.

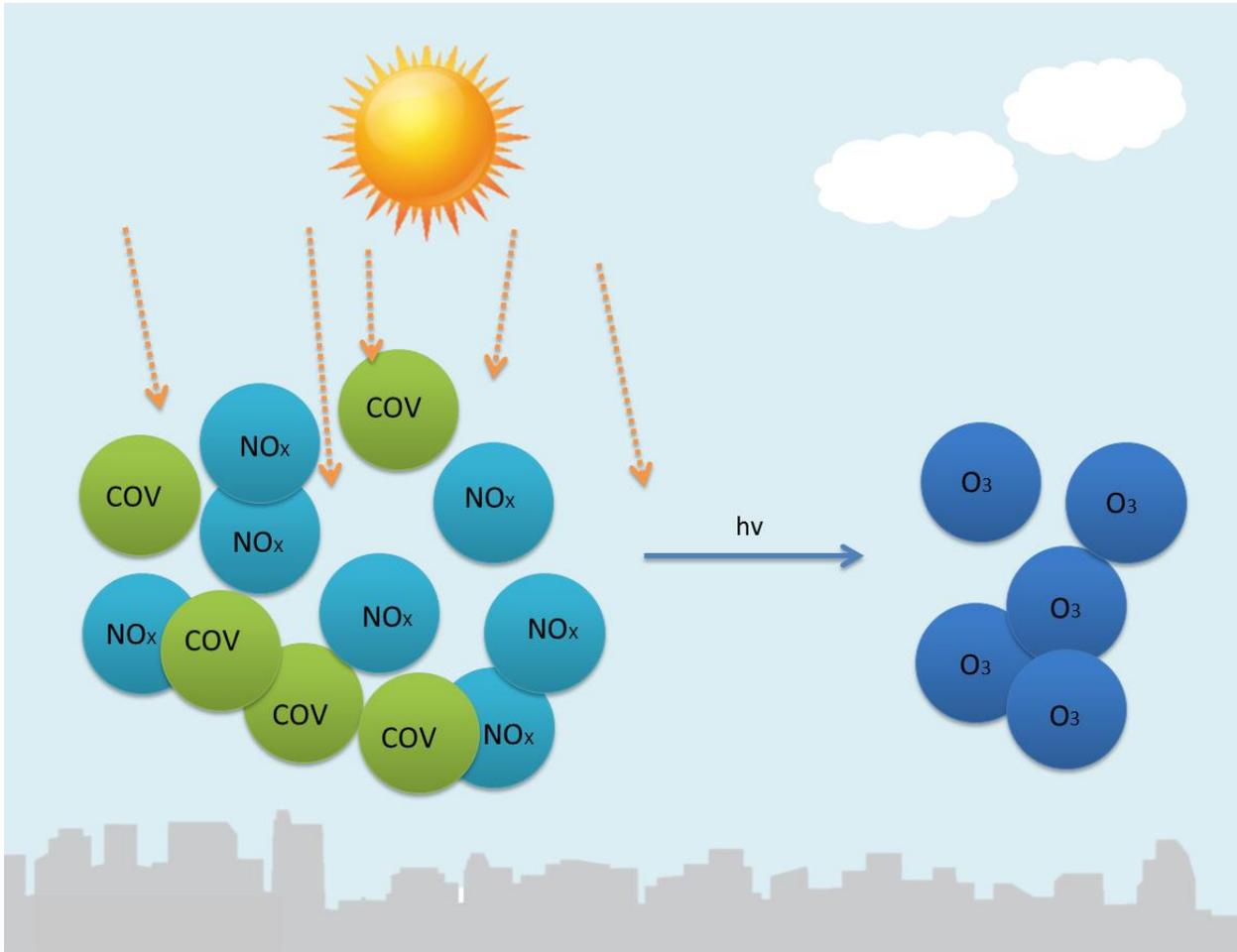


Figura 21. Formación del ozono contaminante.

Fuente: SEMADET

Los límites máximos permisibles para evaluación de exposición a la población están contenidos en la NOM-020-SSAI-2014 Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

0.095 PPM	LÍMITE DE UNA HORA
0.070 PPM	LÍMITE DE 8 HORAS



Figura 22. Máximos de promedios móviles diarios para el contaminante Ozono, durenate el 2016

Fuente: Elaboración Propia

7.1.2.1 Comportamiento del ozono durante las diferentes épocas del año, durante el 2016

Las concentraciones más altas de ozono se presentan durante los días en que la radiación solar es más intensa, éste comportamiento corresponde a los patrones de formación de dicho contaminante.

Lo anterior se puede observar en los siguientes mapas dónde la mayor concentración del contaminante se presentó durante la temporada de lluvias que corresponde los meses de junio a octubre.

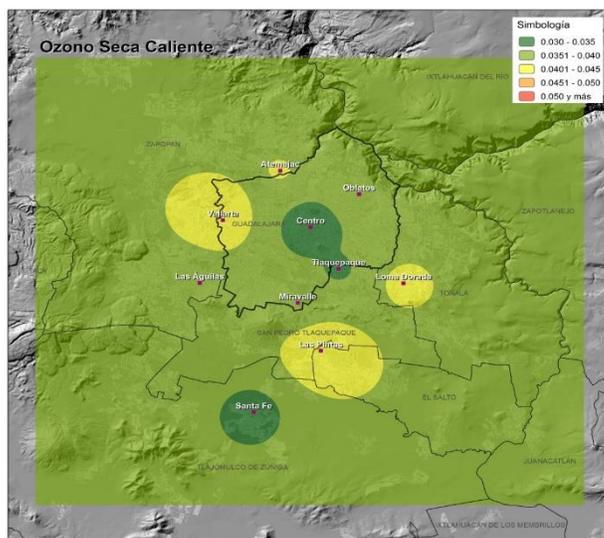


Figura 23. Comportamiento del contaminante O₃ durante la temporada seca caliente (marzo a mayo).

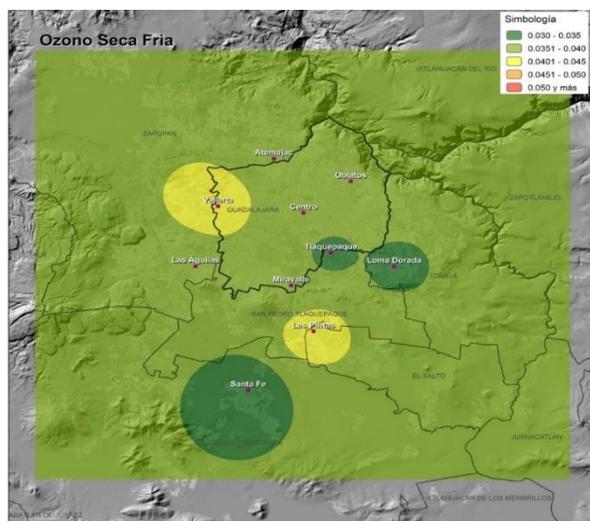


Figura 24. Comportamiento del contaminante PM₁₀ durante la temporada seca fría (enero, febrero, noviembre y diciembre).

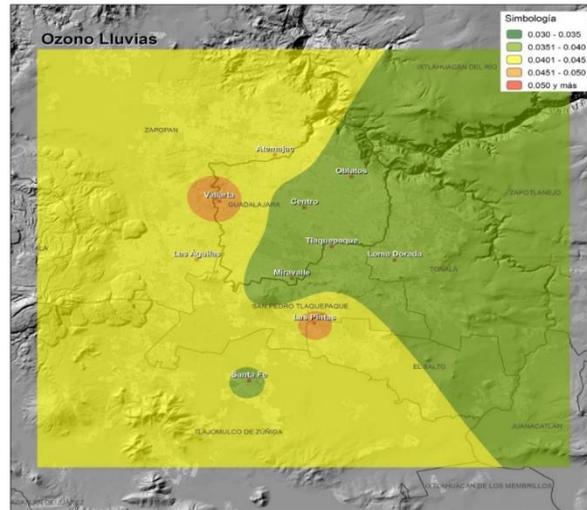


Figura 21. Comportamiento del contaminante O₃ durante la temporada de Lluvias (junio a octubre).

7.1.3 Partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5})

El material particulado en fracción de 2.5 micrómetros, representa un riesgo para la salud de las poblaciones expuestas, tal y como otros materiales de fracción más fina, lo anterior debido a la capacidad que tienen de entrar con mayor facilidad en comparación con otras de mayor tamaño, a través de las vías respiratorias, pudiendo penetrar hasta los alveolos y llegando en muchas ocasiones a atravesar las barreras del epitelio alveolar hasta torrente sanguíneo, donde la naturaleza y características de la partícula definen su peligrosidad respecto a la exposición a éstos.

NOM-025-SSA1-2014

45 µg/m ³	PERCENTIL 98 PROMEDIO DE 24 HORAS
12 µg/m ³	PROMEDIO ANUAL

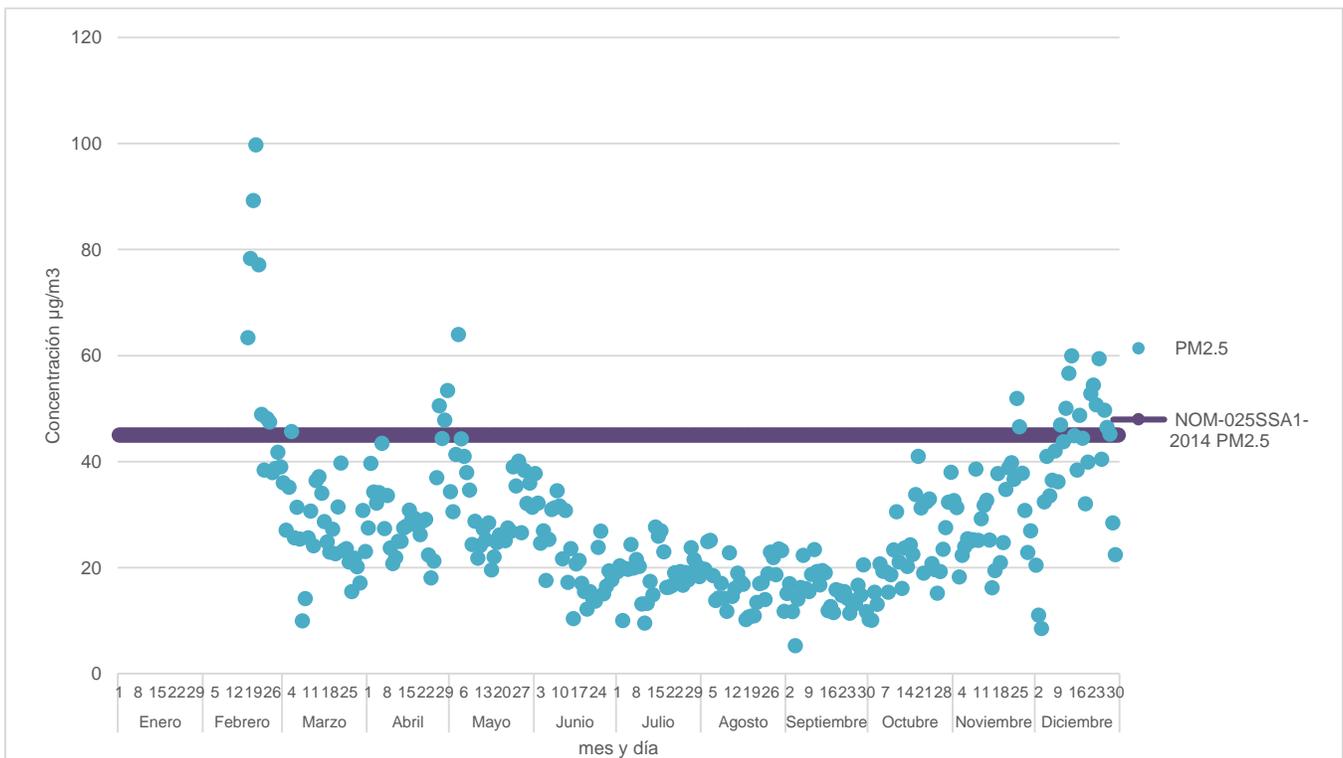


Figura 22. Promedio de 24 horas de las concentraciones del contaminante PM2.5 en la estación Santa Fe, 2016

Fuente: Elaboración propi

Tabla 5. Comparativo del cumplimiento a la normatividad para los contaminantes Ozono, PM10 y PM2.5 durante el 2015 y 2016.

Año	Contaminante	Límite normado	ATM	CEN	AGU	PIN	LDO	MIR	OBL	SFE	TLA	VAL	
2016	PM ₁₀	24 horas	Máximo 75 µg/m ³	86	138	63	212	88	183	82	205	79	98
		Anual	Máximo 40 µg/m ³	40	41	31	59	37	67	37	80	37	34
	PM _{2.5}	24 horas	Máximo 45 µg/m ³	INV									
		Anual	Máximo 12 µg/m ³	INV									
	O ₃	1 Hora	Máximo 0.095 ppm	0.12	0.193	0.122	0.136	0.109	0.088	0.52	0.117	0.091	0.124
		8 horas	Máximo 0.070 ppm	0.091	0.095	0.074	0.094	0.078	0.058	0.091	0.072	0.062	0.091
2015	PM ₁₀	24 horas	Máximo 75 µg/m ³	76	96	113	222	63	168	71	211	167	70
		Anual	Máximo 40 µg/m ³	34	37	33	64	32	59	30	92	47	28
	PM _{2.5}	24 horas	Máximo 45 µg/m ³	INV									
		Anual	Máximo 12 µg/m ³	INV									
	O ₃	1 Hora	Máximo 0.095 ppm	0.118	0.130	0.129	0.144	0.123	0.109	0.110	0.104	0.102	0.136
		8 horas	Máximo 0.070 ppm	0.079	0.075	0.087	0.103	0.088	0.77	0.076	0.073	0.068	0.101

■ Equipo no disponible en la estación

7.1.4 Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas que se forma en la naturaleza mediante la oxidación del metano (CH₄), la fuente antropogénica del CO es la quema incompleta de combustibles (gasolina, gas, carbón, madera y combustóleo). En este sentido, para tener menos emisiones de CO es necesario tener procesos de combustión más completos, lo que requiere de una cantidad adecuada de oxígeno; cuando éste es insuficiente, se forma del CO.⁹

El AMG, contribuye con una importante cantidad de emisiones de este contaminante a la atmósfera, derivado del número de automóviles y la antigüedad del parque vehicular en circulación.

NOM-021-SSA1-1993

11 PPM

MÁXIMO PROMEDIO MÓVIL DE 8 HORAS

Durante todo el año se registraron niveles muy por debajo del límite permisible de exposición vigente por la normatividad mexicana actual. Cabe señalar que el riesgo de exposición a este contaminante radica principalmente para las personas que laboran o pasan gran parte de su tiempo en sitios de alta afluencia vehicular, particularmente aquellos en las que el flujo de vehículos pesados es mayor, en dónde la cercanía a escapes de automotores los puede exponer durante periodos largos a dicho contaminante, sin embargo su comportamiento en el aire que respiramos en la ciudad permite que sufra transformaciones o dispersión del mismo, lo cual reduce los riesgos.

En la gráfica a continuación se observa el comportamiento del contaminante, sin embargo a diferencia de otros contaminantes no se agregó el dato del límite permisible ya que dificultaría observar su comportamiento.

⁹ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático INECC, 2005. Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del Aire en Ciudades Mexicanas. Capítulo 6. México D.F.



Figura 23. Cumplimiento de Normatividad para el contaminante monóxido de carbono de las estaciones de monitoreo atmosférico durante el 2016

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los valores de monóxido de carbono reportados en las estaciones de monitoreo durante el 2016 están muy por debajo del límite permisible (11 ppm), por lo cual no se colocó el dato del límite en la gráfica para que el comportamiento de los contaminantes pudiera observarse en la figura.

7.1.5 Bióxido de Azufre

Los óxidos de azufre incluido el bióxido de azufre, son gases incoloros con un olor irritante; se forman al quemar combustibles con azufre tales como los combustibles fósiles como la gasolina, el combustóleo, diésel y el carbón, y tienden a disolverse fácilmente en agua.

La fuente primaria de emisiones de SO_2 es la quema de combustibles fósiles que contienen azufre, tales como combustóleo, diésel y carbón.

Las fuentes naturales de SO_2 incluyen erupciones volcánicas, decaimiento biológico e incendios forestales.

El SO_2 es, además, precursor de otros contaminantes, como el trióxido de azufre (SO_3), el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y los sulfatos, que contribuyen a la formación de partículas finas en la atmósfera y de la lluvia ácida.

La lluvia ácida es causante de corrosión y deterioro tanto para árboles, monumentos históricos y estructuras susceptibles a la acidez que esta presenta, por lo que su control y monitoreo es de importancia.

NOM-022-SSA1-2010

0.13 PPM

MÁXIMO PROMEDIO DE 24 HORAS

0.030 PPM

PROMEDIO ANUAL

Sin embargo y como ocurre en el caso del monóxido de carbono, los niveles de este compuesto estuvieron muy por debajo de lo establecido por la NOM. Representando un indicador positivo, sin embargo es necesario tomar en cuenta aspectos de las dinámicas atmosféricas que permitan conocer con exactitud qué ocurre cuando se emiten estos compuestos y su transformación química.

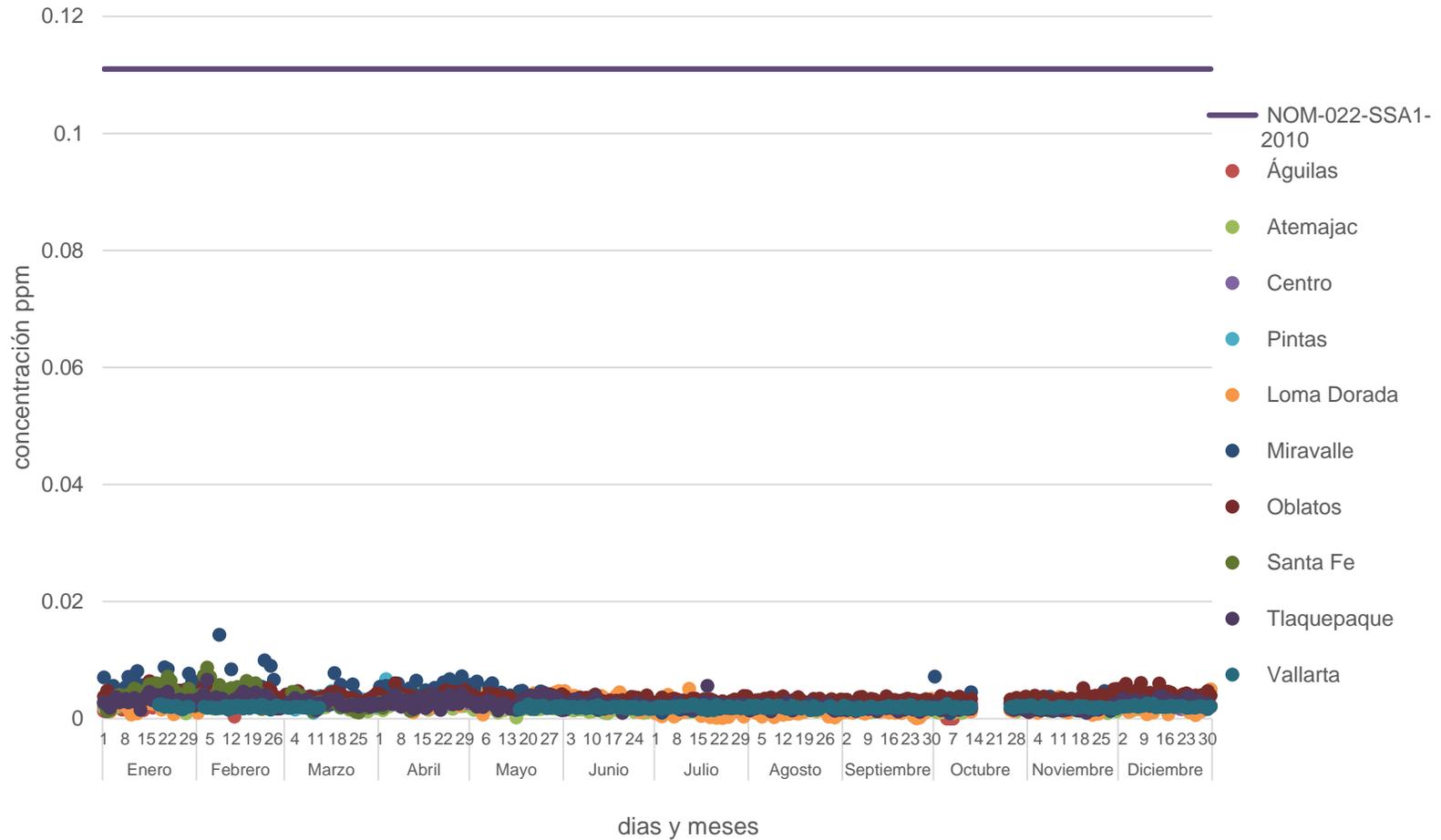


Figura 24. Cumplimiento de la normatividad para el contaminante bióxido de azufre las estaciones de monitoreo atmosférico durante el 2016

Fuente: Elaboración propia

7.1.6 Bióxido de Nitrógeno

El bióxido de nitrógeno NO_2 se forma en la combustión de compuestos derivados del petróleo y en diverso procesos industriales en los que se involucra este tipo de combustibles, algunos ejemplos son la gasolina y el keroseno.

Este contaminante no superó el límite establecido por la NOM para ninguno de los días con registro.

Su importancia del monitoreo consiste en que es uno de los precursores del ozono, uno de los contaminantes secundarios más importantes del Área Metropolitana de Guadalajara, éste contaminante en conjunto con los compuestos aromáticos policíclicos, emitidos por otras fuentes tales como las gasolinas, diésel y actividad industrial y de manufactura, así como algunas fuentes naturales presentes en el territorio, son los que más contribuyen a los altos niveles de ozono que se presentan durante las temporadas de mayor radiación solar.

NOM-023-SSA1-1993

0.21 PPM

LÍMITE HORARIO

El bióxido de nitrógeno no superó los límites permisibles de concentración en aire ambiente en el área metropolitana, con excepción en la estación de las pintas, dónde durante los primeros días del año se presentaron niveles altos algunas horas, punto dónde se superaron los niveles en cuatro ocasiones.

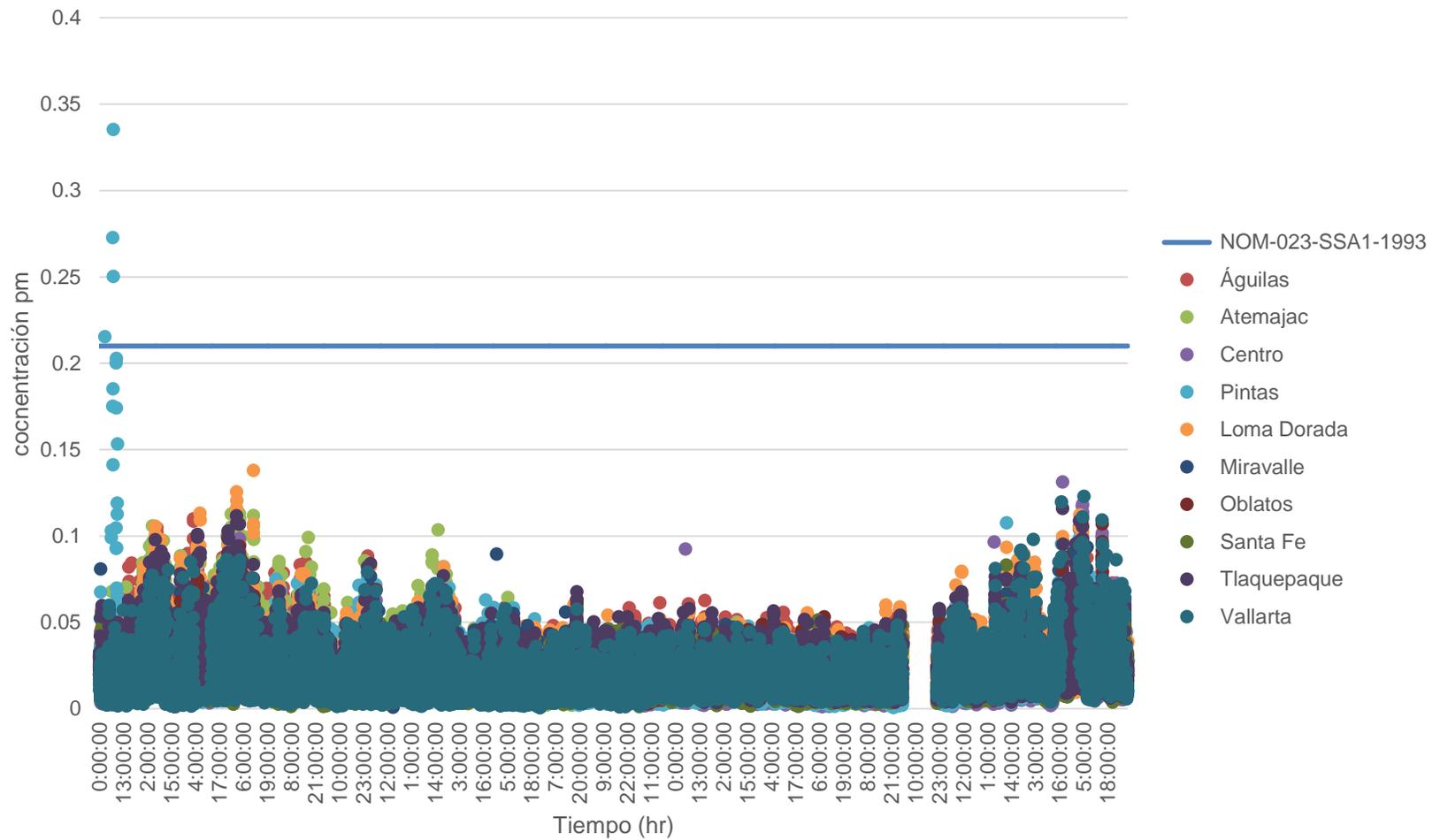


Figura 25. Cumplimiento de la normatividad para el contaminante bióxido de nitrógeno de las estaciones de monitoreo atmosférico durante el 2016

Fuente: Elaboración propia

7.2 Indicadores y acciones derivadas el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)

El IMECA (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire), es un indicador de gran utilidad que favorece la comunicación a la ciudadanía de la situación de la calidad del aire.

Su escala cromática permite identificar la calidad del aire desde rangos de “buena” hasta “extremadamente mala”.

Tabla 6. Representación de la calidad del Aire con el IMECA.

Valores	Clasificación	Recomendaciones
0 - 50	Buena	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.
51 - 100	Regular	Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades.
101 - 150	Mala	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
151 - 200	Muy mala	Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
>200	Extremadamente mala	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.

Tabla 7. Calidad del aire del 1° de Enero al 31 de Diciembre 2016

Descripción	Valor del índice
No. de días muestreados	366
Días con calidad del aire regular (0 a 100 IMECA)	228
Días con calidad del aire mala (101 a 150 IMECA)	128
Días con calidad del aire muy mala (151 a 200 IMECA)	10
Días con calidad del aire extremadamente mala (> 201 IMECA)	
Nivel IMECA máximo registrado	157
Contaminante que arrojó dicho valor	PM ₁₀
Día / Estación en donde se presentó el evento	01 junio / Miravalle

IMECA por Estación

Tabla 8. IMECA por estación del 1° de Enero al 31 de diciembre 2016

Estación	Días 0 - 100 IMECA	Días 101 - 150 IMECA	Días 151 - 200 IMECA	Días > 201 IMECA	IMECA máximo registrado	Contaminante
Las Águilas	365	0	0	0	97	Ozono
Atemajac	363	2	0	0	112	Ozono
Centro	363	2	0	0	105	PM ₁₀
Loma Dorada	364	1	0	0	102	PM ₁₀
Las Pintas	282	81	2	0	158	PM ₁₀
Miravalle	313	52	0	0	149	PM ₁₀
Oblatos	364	1	0	0	103	PM ₁₀
Tlaquepaque	349	17	0	0	136	PM ₁₀
Vallarta	361	4	0	0	113	Ozono
Santa Fe	287	77	1	0	163	PM ₁₀

7.2.1 Episodios de mala calidad del aire

Precontingencia:

Su importancia radica en que se ejecutan acciones para EVITAR que los índices de contaminación sigan aumentando, y no lleguen a límites que pongan en riesgo la salud de la población.

Precontingencia Atmosférica ⚠️

Es un llamado de **ALERTA** a la población y empresas para reducir emisiones por niveles altos de contaminación en el aire.

▶ ACTIVA Luego de 2 horas continuas con **120** o más puntos IMECA en una estación de monitoreo.

⏸ DESACTIVA Cuando se registra menos de **110** puntos IMECA por 2 horas consecutivas.

Contingencia:

Se activan con el fin de REDUCIR la emisión de contaminantes a la atmósfera y la exposición para la población.

El monitoreo atmosférico permite activar éstas alertas con el fin de reducir la contaminación atmosférica mediante la aplicación de diversas acciones definidas en el Plan de Respuesta a Emergencias y Contingencias Atmosféricas de Jalisco que permitan mejorar la calidad del aire, y reducir la exposición a contaminantes para las personas que viven en la ciudad.

Contingencia Atmosférica ⚠️

Es un llamado de **URGENCIA** a la población en general para aplicar acciones y reducir emisiones contaminantes, así como tener mayor cuidado a la salud.

▶ ACTIVA Luego de 2 horas continuas con **150** o más puntos IMECA en una estación de monitoreo.

⏸ DESACTIVA Cuando se registra menos de **140** puntos IMECA por 2 horas consecutivas.

¿Quiénes ejecutan las acciones?

Todos los involucrados deben entregar a la SEMADET, un formato de acciones realizadas durante los episodios de mala calidad del aire de forma obligatoria ésta información es publicada en el portal oficial del sistema de monitoreo atmosférico de Jalisco: <http://siga.jalisco.gob.mx/aire/PlanCont2.html>



Activación de contingencias y precontingencias atmosféricas

La activación y desactivación se realiza en base al dato del índice IMECA, que se publica cada hora en el portal oficial del SIMAJ.

<http://siga.jalisco.gob.mx/aire2017/>



Los eventos de mala calidad del aire se activan en las áreas de influencia de las estaciones donde se detectaron los niveles altos.

 Área de Influencia de las estaciones de monitoreo		
 Estación	Identificador	Municipios
Centro	CEN	Guadalajara
Vallarta	VAL	Guadalajara, Zapopan
Atemajac	ATM	Guadalajara, Zapopan
Oblatos	OBL	Guadalajara
Tlaquepaque	TLA	San Pedro Tlaquepaque, Guadalajara
Loma Dorada	LDO	Tonalá, Guadalajara
Las Pintas	PIN	El Salto, San Pedro Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga
Las Águilas	AGU	Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque, Zapopan
Miravalle	MIR	Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque
Santa Fe	SFE	Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque y El Salto

Durante enero a diciembre de 2016 se activaron 5 contingencias atmosféricas fase I y 18 precontingencias atendidas en el Área Metropolitana de Guadalajara.

Tabla 9. Registro de contingencias presentadas en 2016

Inicio		Estación	Contaminante	Valor con que se activó la contingencia	Fin		Horas de duración	Fase decretada
Fecha	Hora				Fecha	Hora		
01/01/2016	03:00	Las Pintas	PM ₁₀	128	01/01/2016	08:00	5	Pre contingencia
		Área de intervención						
01/01/2016	08:00	Las Pintas	PM ₁₀	155	02/01/2016	01:00	17	Contingencia atmosférica Fase I
		Área de intervención						
02/01/2016	01:00	Las Pintas	PM ₁₀	128	02/01/2016	05:00	4	Pre contingencia
		Área de intervención						
17/01/2016	02:00	Las Pintas	PM ₁₀	127	18/01/2016	02:00	24	Pre contingencia
		Área de intervención						
19/01/2016	05:00	Las Pintas	PM ₁₀	124	20/01/2016	03:00	22	Pre contingencia
		Área de intervención						
20/01/2016	20:00	Las Pintas	PM ₁₀	121	21/01/2016	01:00	5	Pre contingencia
		Área de intervención						
22/01/2016	03:00	Las Pintas	PM ₁₀	129	23/01/2016	04:00	23	Pre Contingencia
		Área de intervención						
23/01/2016	04:00	Las Pintas	PM ₁₀	152	24/01/2016	01:00	21	Contingencia atmosférica Fase I
		Área de intervención						
24/01/2016	01:00	Las Pintas	PM ₁₀	128	24/01/2016	21:00	20	Pre Contingencia
		Área de intervención						
03/02/2016	24:00	Las Pintas	PM ₁₀	121	04/02/2016	24:00	24	Pre Contingencia
		Área de intervención						
04/02/2016	24:00	Las Pintas	PM ₁₀	157	05/02/2016	10:00	10	Contingencia atmosférica Fase I
		Área de intervención						
05/02/2016	10:00	Las Pintas	PM ₁₀	128	06/02/2016	01:00	15	Pre Contingencia
		Área de intervención						
08/02/2016	04:00	Las Pintas	PM ₁₀	124	08/02/2016	10:00	6	Pre Contingencia
		Área de intervención						
08/02/2016	10:00	Las Pintas	PM ₁₀	158	09/02/2016	01:00	15	Contingencia atmosférica Fase I
		Área de intervención						
09/02/2016	01:00	Las Pintas	PM ₁₀	129	09/02/2016	06:00	5	Pre Contingencia
		Área de intervención						
12/02/2016	06:00	Las Pintas	PM ₁₀	128	13/02/2016	04:00	22	Pre Contingencia
		Área de intervención						
14/02/2016	10:00	Las Pintas	PM ₁₀	125	15/02/2016	01:00	15	Pre Contingencia

		Área de intervención						
16/02/2016	13:00	Las Pintas	PM ₁₀	121	18/02/2016	06:00	41	Pre Contingencia
		Área de intervención						
18/02/2016	22:00	Santa Fe	PM ₁₀	124	19/02/2016	10:00	12	Pre Contingencia
		Área de intervención						
19/02/2016	10:00	Santa Fe	PM ₁₀	155	22/02/2016	01:00	63	Contingencia atmosférica Fase I
		Área de intervención						
22/02/2016	01:00	Santa Fe	PM ₁₀	132	23/02/2016	07:00	30	Pre Contingencia
		Área de intervención						
19/02/2016	06:00	Las Pintas	PM ₁₀	123	22/02/2016	01:00	67	Pre Contingencia
		Área de intervención						
20/02/2016	04:00	Miravalle	PM ₁₀	129	21/02/2016	06:00	26	Pre Contingencia
		Área de intervención						
25/02/2016	12:00	Santa Fe	PM ₁₀	122	23/02/2016	18:00	30	Pre Contingencia
		Área de intervención						
02/03/2016	10:00	Santa Fe	PM ₁₀	141	03/03/2016	11:00	25	Pre Contingencia
		Área de intervención						
05/03/2016	10:00	Santa Fe	PM ₁₀	121	06/03/2016	05:00	19	Pre Contingencia
		Área de intervención						
08/03/2016	16:00	Santa Fe	PM ₁₀	124	09/03/2016	09:00	17	Pre Contingencia
		Área de intervención						
14/03/2016	11:00	Santa Fe	PM ₁₀	127	15/03/2016	11:00	24	Pre Contingencia
		Área de intervención						
03/04/2016	09:00	Santa Fe	PM ₁₀	124	05/04/2016	10:00	49	Pre Contingencia
		Área de intervención						
07/04/2016	11:00	Santa Fe	PM ₁₀	124	08/04/2016	15:00	28	Pre Contingencia
		Área de intervención						
05/05/2016	07:00	Santa Fe	PM ₁₀	120	05/05/2016	10:00	3	Pre Contingencia
		Área de intervención						
26/05/2016	03:00	Santa Fe	PM ₁₀	126	26/05/2016	07:00	4	Pre Contingencia
		Área de intervención						
09/06/2016	16:00	Las Pintas	O ₃	122	09/06/2016	16:00	2	Pre Contingencia
		Área de intervención						
21/10/2016	09:00	Santa Fe	PM ₁₀	134	22/10/2016	06:00	21	Pre Contingencia
		Área de intervención						
24/10/2016	22:00	Santa Fe	PM ₁₀	123	25/10/2016	09:00	11	Pre Contingencia
		Área de intervención						
13/12/2016	08:00	Santa Fe	PM ₁₀	121	16/12/2016	07:00	71	Pre Contingencia
		Área de intervención						
13/12/2016	22:00	Las Pintas	PM ₁₀	129	14/12/2016	06:00	8	Pre Contingencia
		Área de intervención						
14/12/2016	06:00	Las Pintas	PM ₁₀	142	16/12/2016	07:00	49	Contingencia atmosférica Fase I
		Área de intervención						
14/12/2016	06:00	Miravalle	PM ₁₀	136	17/12/2016	07:00	75	Pre Contingencia

		Área de intervención						
16/12/2016	07:00	Las Pintas	PM ₁₀	131	17/12/2016	07:00	24	Pre Contingencia
		Área de intervención						
16/12/2016	07:00	Santa Fe	PM ₁₀	137	17/12/2016	10:00	27	Contingencia atmosférica Fase I
		Área de intervención						
22/12/2016	08:00	Santa Fe	PM ₁₀	123	25/12/2016	06:00	70	Pre Contingencia
		Área de intervención						
23/12/2016	09:00	Las Pintas	PM ₁₀	122	25/12/2016	06:00	45	Pre Contingencia
		Área de intervención						
24/12/2016	11:00	Miravalle	PM ₁₀	123	25/12/2016	19:00	32	Pre Contingencia
		Área de intervención						
27/12/2016	09:00	Las Pintas	PM ₁₀	122	29/12/2016	06:00	45	Pre Contingencia
		Área de intervención						
28/12/2016	06:00	Santa Fe	PM ₁₀	122	30/12/2016	13:00	55	Pre Contingencia
		Área de intervención						

Durante el año 2016 se presentaron más del doble de precontingencias que en el año 2015. Cabe señalar que éstas se presentaron durante todo el año, pero con una marcada presencia durante los dos primeros meses y el último mes del año, lo cual corresponde a la ausencia de humedad y lluvias.

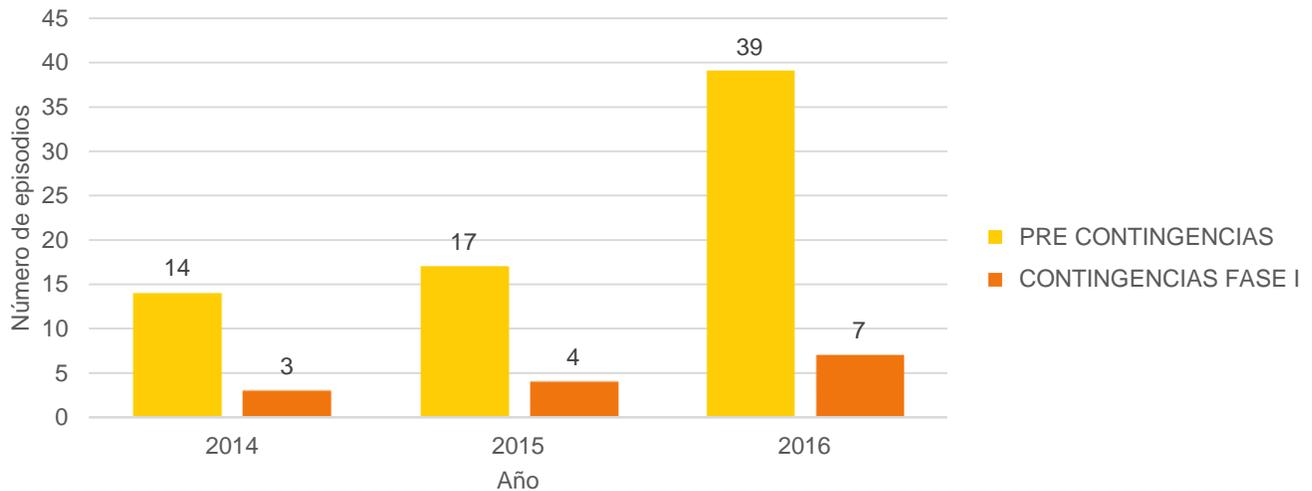


Figura 26. Registro de eventos de mala calidad del aire correspondientes a lo establecido en el PRECA publicado en 2014, durante los años 2014-2016.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 10. Calendario de la calidad del aire durante el 2016

Mes	Día	IMECA máximo	Estación de monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA máximo	Estación de monitoreo	Contaminante
E N E R O	1	163	Las Pintas	PM ₁₀	F E B R E R O	1	114	Las Pintas	PM ₁₀
	2	128	Las Pintas	PM ₁₀		2	98	Las Pintas	PM ₁₀
	3	61	Las Pintas	O ₃		3	121	Las Pintas	PM ₁₀
	4	67	Las Pintas	PM ₁₀		4	157	Las Pintas	PM ₁₀
	5	130	Las Pintas	NO ₂		5	163	Las Pintas	PM ₁₀
	6	95	Las Pintas	NO ₂		6	104	Las Pintas	PM ₁₀
	7	97	Las Pintas	NO ₂		7	99	Las Pintas	PM ₁₀
	8	77	Las Pintas	PM ₁₀		8	164	Las Pintas	PM ₁₀
	9	79	Las Pintas	PM ₁₀		9	129	Las Pintas	PM ₁₀
	10	103	Las Pintas	PM ₁₀		10	75	Las Pintas	PM ₁₀
	11	99	Las Pintas	PM ₁₀		11	95	Las Pintas	PM ₁₀
	12	104	Las Pintas	PM ₁₀		12	142	Las Pintas	PM ₁₀
	13	89	Las Pintas	PM ₁₀		13	121	Las Pintas	PM ₁₀
	14	62	Las Pintas	PM ₁₀		14	126	Las Pintas	PM ₁₀
	15	87	Las Pintas	PM ₁₀		15	107	Las Pintas	PM ₁₀
	16	117	Las Pintas	PM ₁₀		16	121	Las Pintas	PM ₁₀
	17	144	Las Pintas	PM ₁₀		17	131	Las Pintas	PM ₁₀
	18	105	Las Pintas	PM ₁₀		18	126	Santa Fe	PM ₁₀
	19	126	Las Pintas	PM ₁₀		19	170	Santa Fe	PM ₁₀
	20	121	Las Pintas	PM ₁₀		20	184	Santa Fe	PM ₁₀
	21	110	Las Pintas	PM ₁₀		21	182	Santa Fe	PM ₁₀
	22	151	Las Pintas	PM ₁₀		22	132	Santa Fe	PM ₁₀
	23	160	Las Pintas	PM ₁₀		23	114	Santa Fe	PM ₁₀
	24	128	Las Pintas	PM ₁₀		24	108	Las Pintas	PM ₁₀
	25	100	Las Pintas	PM ₁₀		25	112	Las Pintas	PM ₁₀
	26	92	Las Pintas	PM ₁₀		26	85	Las Pintas	PM ₁₀
	27	73	Las Pintas	PM ₁₀		27	54	Las Pintas	PM ₁₀
	28	66	Las Pintas	PM ₁₀		28	67	Oblatos	O ₃
	29	69	Las Pintas	PM ₁₀		29	70	Las Pintas	PM ₁₀
	30	103	Las Pintas	PM ₁₀					
	31	80	Las Pintas	PM ₁₀					
1	69	Las Pintas	PM ₁₀	1	110	Santa Fe	PM ₁₀		
2	69	Las Pintas	PM ₁₀	2	107	Santa Fe	PM ₁₀		
3	120	Santa Fe	PM ₁₀	3	129	Santa Fe	PM ₁₀		
4	112	Santa Fe	PM ₁₀	4	131	Santa Fe	PM ₁₀		
5	126	Santa Fe	PM ₁₀	5	122	Santa Fe	PM ₁₀		
6	117	Santa Fe	PM ₁₀	6	112	Santa Fe	PM ₁₀		
7	109	Santa Fe	PM ₁₀	7	135	Santa Fe	PM ₁₀		

M A R Z O	8	126	Santa Fe	PM ₁₀	A B R I L	8	132	Santa Fe	PM ₁₀
	9	120	Santa Fe	PM ₁₀		9	117	Santa Fe	PM ₁₀
	10	52	Las Pintas	O ₃		10	118	Santa Fe	PM ₁₀
	11	95	Santa Fe	PM ₁₀		11	98	Santa Fe	PM ₁₀
	12	105	Vallarta	O ₃		12	95	Santa Fe	PM ₁₀
	13	96	Santa Fe	PM ₁₀		13	86	Santa Fe	PM ₁₀
	14	133	Santa Fe	PM ₁₀		14	86	Santa Fe	PM ₁₀
	15	175	Centro	O ₃		15	109	Santa Fe	PM ₁₀
	16	110	Santa Fe	PM ₁₀		16	103	Santa Fe	PM ₁₀
	17	98	Santa Fe	PM ₁₀		17	100	Santa Fe	PM ₁₀
	18	91	Santa Fe	PM ₁₀		18	85	Santa Fe	PM ₁₀
	19	98	Santa Fe	PM ₁₀		19	86	Santa Fe	PM ₁₀
	20	86	Santa Fe	PM ₁₀		20	85	Santa Fe	PM ₁₀
	21	80	Santa Fe	PM ₁₀		21	94	Santa Fe	PM ₁₀
	22	108	Santa Fe	PM ₁₀		22	95	Santa Fe	PM ₁₀
	23	105	Santa Fe	PM ₁₀		23	102	Santa Fe	PM ₁₀
	24	104	Santa Fe	PM ₁₀		24	147	Santa Fe	PM ₁₀
	25	89	Santa Fe	PM ₁₀		25	97	Santa Fe	PM ₁₀
	26	88	Santa Fe	PM ₁₀		26	99	Santa Fe	PM ₁₀
	27	67	Santa Fe	PM ₁₀		27	113	Atemajac	O ₃
	28	108	Santa Fe	PM ₁₀		28	112	Santa Fe	PM ₁₀
	29	115	Santa Fe	PM ₁₀		29	114	Santa Fe	PM ₁₀
	30	102	Santa Fe	PM ₁₀		30	111	Santa Fe	PM ₁₀
	31	115	Santa Fe	PM ₁₀					

Mes	Día	IMECA máximo	Estación de monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA máximo	Estación de monitoreo	Contaminante
	1	119	Santa Fe	PM ₁₀		1	103	Santa Fe	PM ₁₀
	2	114	Oblatos	O ₃		2	100	Las Pintas	O ₃
	3	104	Santa Fe	PM ₁₀		3	101	Santa Fe	PM ₁₀
	4	113	Santa Fe	PM ₁₀		4	89	Santa Fe	PM ₁₀
	5	120	Santa Fe	PM ₁₀		5	91	Santa Fe	PM ₁₀
	6	94	Santa Fe	PM ₁₀		6	97	Santa Fe	PM ₁₀
	7	109	Centro	O ₃		7	109	Las Pintas	O ₃
	8	88	Santa Fe	PM ₁₀		8	97	Santa Fe	PM ₁₀
	9	85	Santa Fe	PM ₁₀		9	126	Centro	O ₃
	10	77	Santa Fe	PM ₁₀		10	98	Atemajac / Santa Fe	O ₃ / PM ₁₀
	11	94	Vallarta	O ₃		11	93	Vallarta	O ₃
	12	86	Las Pintas	O ₃		12	85	Centro / Vallarta	O ₃
M	13	79	Vallarta	O ₃	J	13	115	Centro / Las Pintas	O ₃
A	14	85	Vallarta	O ₃	U	14	105	Las Pintas	O ₃

Y O	15	87	Santa Fe	PM ₁₀	N I O	15	69	Águilas	O ₃
	16	116	Santa Fe	PM ₁₀		16	47	Santa Fe	PM ₁₀
	17	107	Santa Fe	PM ₁₀		17	96	Atemajac	O ₃
	18	92	Santa Fe	PM ₁₀		18	80	Águilas	O ₃
	19	94	Santa Fe	PM ₁₀		19	58	Santa Fe	PM ₁₀
	20	109	Santa Fe	PM ₁₀		20	46	Santa Fe	PM ₁₀
	21	106	Santa Fe	PM ₁₀		21	44	Santa Fe	PM ₁₀
	22	97	Santa Fe	PM ₁₀		22	49	Santa Fe	PM ₁₀
	23	98	Santa Fe	PM ₁₀		23	54	Santa Fe	PM ₁₀
	24	103	Santa Fe	PM ₁₀		24	97	Oblatos	O ₃
	25	112	Santa Fe	PM ₁₀		25	94	Vallarta	O ₃
	26	109	Santa Fe	PM ₁₀		26	100	Santa Fe	PM ₁₀
	27	107	Santa Fe	PM ₁₀		27	94	Santa Fe	PM ₁₀
	28	99	Centro	O ₃		28	65	Santa Fe	PM ₁₀
29	102	Santa Fe	PM ₁₀	29	60	Águilas	O ₃		
30	106	Santa Fe	O ₃	30	74	Águilas	O ₃		
31	108	Santa Fe	PM ₁₀						
	1	72	Águilas	O ₃		1	53	Vallarta	O ₃
	2	57	Pintas	O ₃		2	63	Águilas/Vallarta	O ₃
	3	60	Águilas	O ₃		3	52	Vallarta	O ₃
	4	75	Vallarta	O ₃		4	59	Santa Fe	PM ₁₀
	5	61	Águilas	O ₃		5	60	Santa Fe	PM ₁₀
	6	73	Las Pintas	O ₃		6	61	Santa Fe	PM ₁₀
	7	92	Centro	O ₃		7	49	Santa Fe	PM ₁₀
	8	85	Santa Fe	PM ₁₀		8	53	Vallarta	O ₃
	9	88	Águilas	O ₃		9	72	Oblatos	PM ₁₀
	10	58	Vallarta	O ₃		10	54	Santa Fe	O ₃
	11	58	Vallarta	O ₃		11	44	Centro y Santa Fe	O ₃ y PM ₁₀
J	12	54	Atemajac	O ₃	A	12	109	Las Pintas	O ₃
U	13	45	Águilas	O ₃	G	13	81	Las Pintas	O ₃
L	14	52	Vallarta	O ₃	O	14	77	Vallarta	O ₃
I	15	48	Vallarta	O ₃	S	15	70	Vallarta	O ₃
O	16	68	Santa Fe	PM ₁₀	T	16	50	Santa Fe	PM ₁₀
	17	69	Santa Fe	PM ₁₀	O	17	41	Santa Fe	PM ₁₀
	18	69	Santa Fe	PM ₁₀	18	45	Centro	O ₃	
	19	66	Santa Fe	PM ₁₀	19	67	Miravalle	PM ₁₀	
	20	62	Santa Fe	PM ₁₀	20	66	Miravalle	PM ₁₀	
	21	62	Atemajac	PM ₁₀	21	51	Vallarta	O ₃	
	22	66	Atemajac	PM ₁₀	22	38	Centro/Las Pintas	O ₃	
	23	55	Vallarta	O ₃	23	47	Vallarta	O ₃	

	24	59	Vallarta	O ₃		24	60	Águilas	O ₃
	25	72	Miravalle	PM ₁₀		25	61	Centro	O ₃
	26	87	Las Pintas	O ₃		26	80	Vallarta	O ₃
	27	88	Las Pintas	O ₃		27	79	Miravalle	PM ₁₀
	28	50	Centro/Oblatos	O ₃		28	58	Miravalle/Santa Fe	PM ₁₀
	29	60	Santa Fe	PM ₁₀		29	78	Águilas	O ₃
	30	58	Santa Fe	PM ₁₀		30	66	Miravalle	PM ₁₀
	31	57	Vallarta	O ₃		31	67	Santa Fe	PM ₁₀
Mes	Día	IMECA máximo	Estación de monitoreo	Contaminante	Mes	Día	IMECA máximo	Estación de monitoreo	Contaminante
	1	74	Santa Fe	PM ₁₀		1	56	Santa Fe	PM ₁₀
	2	44	Miravalle	PM ₁₀		2	83	Centro	O ₃
	3	52	Santa Fe	PM ₁₀		3	87	Vallarta	O ₃
	4	52	Santa Fe	PM ₁₀		4	100	Centro	O ₃
	5	36	Santa Fe	PM ₁₀		5	70	Centro	O ₃
	6	47	Santa Fe	PM ₁₀		6	75	Águilas / Vallarta	O ₃
S	7	63	Santa Fe	PM ₁₀		7	64	Santa Fe	PM ₁₀
E	8	69	Águilas	O ₃		8	65	Santa Fe	PM ₁₀
P	9	74	Águilas	O ₃	O	9	56	Santa Fe	PM ₁₀
T	10	70	Águilas	O ₃	C	10	63	Santa Fe	PM ₁₀
I	11	48	Santa Fe	PM ₁₀	T	11	72	Santa Fe	PM ₁₀
E	12	73	Las Pintas	O ₃	U	12	76	Santa Fe	PM ₁₀
M	13	87	Águilas	O ₃	B	13	76	Santa Fe	PM ₁₀
B	14	52	Santa Fe	PM ₁₀	R	14	68	Santa Fe	PM ₁₀
R	15	49	Santa Fe	PM ₁₀	E	15	68	Vallarta	O ₃
E	16	53	Santa Fe	PM ₁₀		16	87	Vallarta	O ₃
	17	46	Santa Fe	PM ₁₀		17	72	Pintas	O ₃
	18	57	Miravalle	PM ₁₀		18	123	Centro	O ₃
	19	57	Miravalle	PM ₁₀		19	73	Las Pintas	O ₃
	20	43	Santa Fe	PM ₁₀		20	144	Santa Fe	PM ₁₀
	21	39	Vallarta	O ₃		21	148	Santa Fe	PM ₁₀
	22	46	Vallarta	O ₃		22	113	Santa Fe	PM ₁₀
	23	63	Vallarta	O ₃		23	103	Santa Fe	PM ₁₀
	24	91	Centro	O ₃		24	123	Santa Fe	PM ₁₀
	25	77	Vallarta	O ₃		25	118	Santa Fe	PM ₁₀
	26	40	Santa Fe	PM ₁₀		26	104	Santa Fe	PM ₁₀
	27	41	Santa Fe	PM ₁₀		27	69	Santa Fe	PM ₁₀
	28	39	Vallarta	PM ₁₀		28	78	Miravalle	PM ₁₀
	29	39	Centro, Vallarta	O ₃		29	78	Santa Fe	PM ₁₀
	30	58	Vallarta	O ₃		30	76	Santa Fe	PM ₁₀

N O V I E M B R E	1	101	Santa Fe	PM ₁₀	D I C I E M B R E	31	87	Santa Fe	PM ₁₀
	2	106	Vallarta	O ₃		1	77	Santa Fe	PM ₁₀
	3	92	Santa Fe	PM ₁₀		2	69	Santa Fe	PM ₁₀
	4	90	Santa Fe	PM ₁₀		3	Las Pintas/Santa Fe	PM ₁₀	
	5	76	Santa Fe	PM ₁₀		4	55	Miravalle	PM ₁₀
	6	81	Centro	O ₃		5	77	Miravalle	PM ₁₀
	7	70	Centro/Miravalle	O ₃		6	117	Las Pintas	PM ₁₀
	8	68	Santa Fe	PM ₁₀		7	110	Las Pintas	PM ₁₀
	9	71	Santa Fe	PM ₁₀		8	113	Las Pintas	PM ₁₀
	10	76	Santa Fe	PM ₁₀		9	110	Las Pintas	PM ₁₀
	11	100	Santa Fe	PM ₁₀		10	106	Santa Fe	PM ₁₀
	12	63	Santa Fe	PM ₁₀		11	113	Santa Fe	PM ₁₀
	13	35	Santa Fe	PM ₁₀		12	112	Santa Fe	PM ₁₀
	14	62	Vallarta	O ₃		13	136	Las Pintas	PM ₁₀
	15	96	Miravalle	PM ₁₀		14	148	Las Pintas	PM ₁₀
	16	70	Miravalle	PM ₁₀		15	152	Las Pintas	PM ₁₀
	17	61	Centro	O ₃		16	148	Las Pintas	PM ₁₀
	18	88	Las Pintas	PM ₁₀		17	117	Santa Fe	PM ₁₀
	19	103	Santa Fe	PM ₁₀		18	110	Las Pintas / Santa Fe	PM ₁₀
	20	81	Santa Fe	PM ₁₀		19	118	Las Pintas	PM ₁₀
	21	77	Santa Fe	PM ₁₀		20	119	Santa Fe	PM ₁₀
	22	109	Las Pintas	PM ₁₀		21	113	Santa Fe	PM ₁₀
	23	107	Miravalle	PM ₁₀		22	133	Santa Fe	PM ₁₀
	24	104	Miravalle	PM ₁₀		23	132	Santa Fe	PM ₁₀
	25	113	Miravalle	PM ₁₀		24	132	Santa Fe	PM ₁₀
	26	114	Santa Fe	PM ₁₀		25	115	Santa Fe	PM ₁₀
	27	112	Santa Fe	PM ₁₀		26	106	Santa Fe	PM ₁₀
	28	95	Santa Fe	PM ₁₀		27	126	Las Pintas	PM ₁₀
	29	87	Las Pintas	PM ₁₀		28	129	Santa Fe	PM ₁₀
	30	68	Las Pintas	PM ₁₀		29	130	Santa Fe	PM ₁₀
				30	128	Santa Fe	PM ₁₀		
				31	95	Las Pintas	PM ₁₀		

Buena	Regular	Mala	Muy mala	Extremadamente mala
-------	---------	------	----------	---------------------

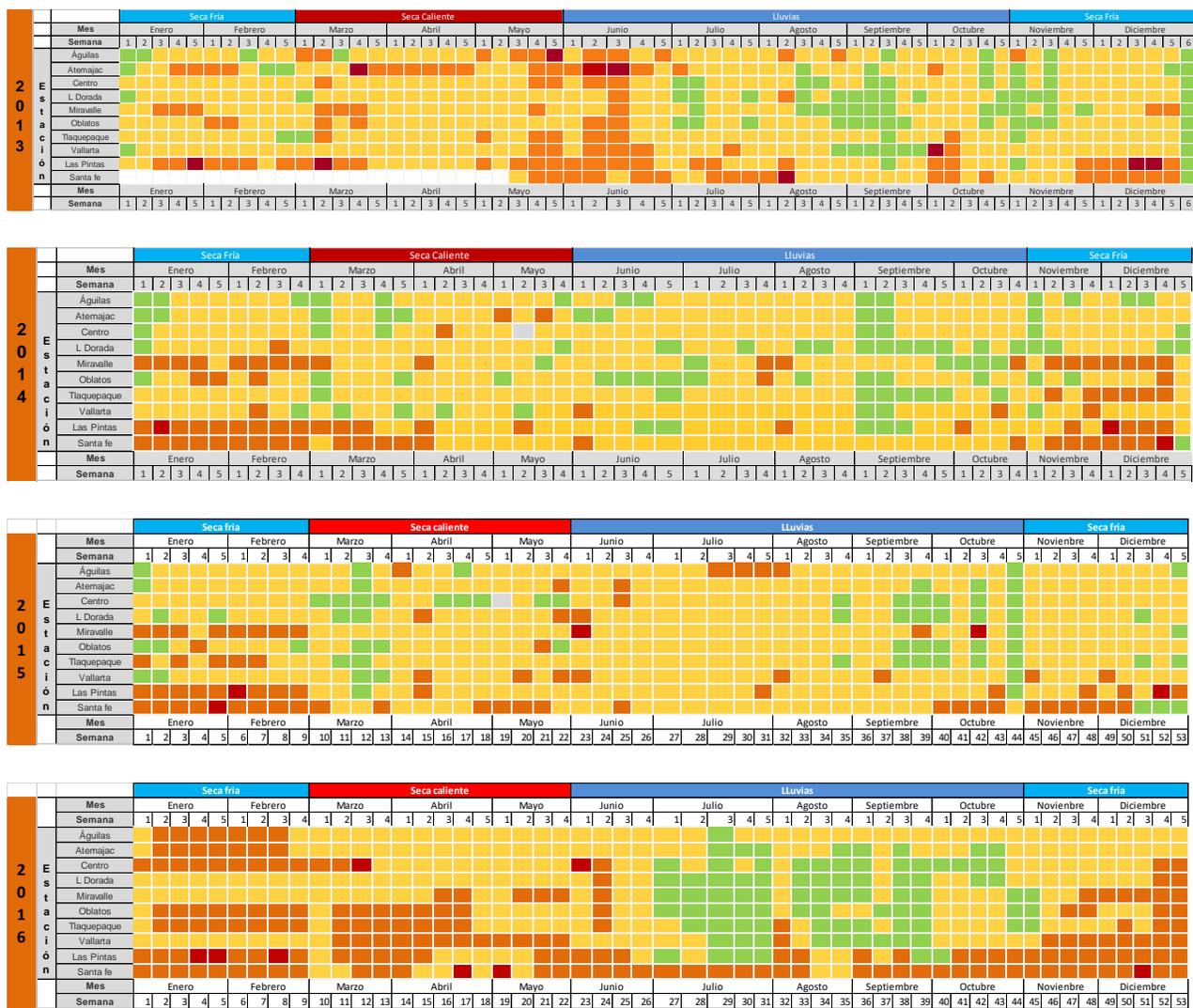


Figura 27. Comparativo de mosaicos de registros de IMECA máximo semanal en las diferentes estaciones de monitoreo atmosférico durante 2013-2016.

Fuente: Elaboración propia



7.2.3 Comparativo histórico del índice IMECA

El año 2016 presentó un incremento alto respecto al número de días con mala calidad del aire comparado con el año 2015, esto puede ser observado en la siguiente tabla.

Tabla 11. Comparativo de parámetros y valores de 2011-2015.

Descripción	Valor					
	Año					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
No. de días muestreados	365	366	365	365	365	366
Días con calidad del aire buena (Menor o igual a 100 IMECA)	93	139	246	239	251	228
Días con calidad del aire mala (101 a 150 IMECA)	237	128	107	123	92	128
Días con calidad del aire muy mala (151 a 200 IMECA)	32	9	12	3	5	10
Días con calidad del aire extremadamente mala (> 201 IMECA)	3	2	0	0	1	0
Nivel IMECA máximo registrado	220	220	191	163	230	184
Contaminante que arrojó dicho valor	Ozono	PM ₁₀	Ozono	PM ₁₀	PM ₁₀	PM ₁₀
Día / Estación en donde se presentó el evento	07 Junio/ Las Pintas	23 diciembre/ Las Pintas	4 junio/ Atemajac	25 diciembre/ Santa Fe	01 junio/ Miravalle	20 febrero/ Santa Fe

Figura 28. Calidad del aire en puntos IMECA, periodo 2000-2016 en el AMG.

Fuente: Elaboración propia

8 Índice UV

El índice UV, es un parámetro creado por la National Weather Services y la Environmental Protection Agency (EPA), lo anterior con el fin de reducir los impactos a la salud que representa la exposición crónica y prolongada a los rayos ultravioleta provenientes de la radiación solar.

Estos rayos atraviesan la atmósfera terrestre y en gran porcentaje es rebotada hacia el espacio por medio de la capa de ozono, (importante diferenciar del ozono contaminante), llegando hasta las superficies de piel en humanos, si bien la radiación ultravioleta es necesaria para la vida en la tierra la exposición prolongada puede provocar desde quemaduras severas y en casos de exposición crónica desencadenar cáncer, por lo que es importante utilizar protectores solares que repelan la absorción de esta radiación por nuestra piel, idealmente un protector solar con un factor de protección de 30, basta para protegernos de manera efectiva.

La aplicación del protector solar debe hacerse preferentemente 30 minutos antes de la exposición y aplicar una nueva capa cada 2 horas.

Nuestro país y por consiguiente nuestro Estado de Jalisco están ubicados geográficamente en una zona de alta radiación solar principalmente durante los meses donde el sol incide sus rayos más directamente como lo son de abril a julio, donde tenemos los niveles de radiación UV más altos.

La interpretación de este índice está dada por colores y niveles numéricos, acompañados de una recomendación para protección a la salud como se ilustra en la siguiente imagen.



9 Acciones y programas

9.1 Hacia un programa de Movilidad Escolar Sustentable en el AMG

A partir de la relación que existe entre la calidad del aire y el uso intensivo del auto particular para la movilidad hacia o desde las escuelas, la investigación que condujo a través de un proyecto el Centro Mario Molina A.C. sustenta el diseño de una propuesta de Programa de Movilidad Escolar (PROME) que permita reducir las emisiones contaminantes de fuentes móviles asociadas a los traslados escolares en el AMG. A partir de este estudio se diseñaron las reglas de operación del Programa de Movilidad Escolar (PROME). Los resultados obtenidos en los estudios realizados en campo, permiten diferenciar los patrones de movilidad entre escuelas públicas y privadas, establecen la línea base de emisiones contaminantes para seis escuelas piloto, estiman los beneficios ambientales del uso del transporte escolar, y proponen un universo de escuelas que deberían incorporarse a un programa de estas características. Asimismo, brindan recomendaciones de orden normativo, institucional y financiero para acompañar la implementación de este instrumento de política pública.

9.2 Intervención al sector ladrillero

En los últimos años, México ha sido de los países de América Latina que más recursos ha destinado a estudiar la producción ladrillera artesanal, fue así que desde el año de 1994, se comenzó a diagnosticar la situación y el contexto de la elaboración del tabique artesanal mexicano, así fue que la Secretaría de Desarrollo Social Federal, elaboró un estudio de ingeniería financiera de la reconversión tecnológica o la reubicación de los hornos ladrilleros artesanales de la frontera norte de México.

Incentivado por el gran empuje mundial para abordar los crecientes problemas de calidad de aire y de cambio climático, en el año 2012, se materializó una colaboración internacional por medio de la entonces y recientemente creada Coalición del Clima y Aire Limpio (CCAC),[1] perteneciente al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, obrando por la eliminación de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC).[2] Es importante

resaltar que México fue quien instó a la CCAC a crear un programa específico que abordara la reducción de contaminantes climáticos provenientes de ladrilleras artesanales. Es así que en el 2012 se crea la Iniciativa Ladrillera de la CCAC,[3] para promover acciones a nivel hemisférico e internacional en la promoción de acciones y políticas públicas, investigaciones y capacitaciones técnicas para productores ladrilleros, que ayudaran a reducir la contaminación atmosférica generada por el sector ladrillero artesanal, principalmente enfocado en la reducción de carbono negro (BC).

En 2012 a través de uno de sus socios en la CCAC, se crea el Proyecto de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales (EELA) [4], coordinado por la organización Suiza “Swisscontact” y apoyado por el INECC; se realizó un estudio integral del sector ladrillero artesanal en México, y se publicó el análisis de la situación de las ladrilleras a nivel nacional. Este estudio evaluó el modelo económico que gobierna al sector, analizando las dinámicas comerciales, productivas y regulaciones gubernamentales aplicables al sector.

México ha mantenido su liderazgo en las actividades de la CCAC desde su fundación, y actúa actualmente como uno de los socios del Comité de Coordinadores de la Iniciativa Ladrillera de la CCAC, y se ha propuesto reducir sus emisiones de carbono negro en el marco del Acuerdo de París y de su Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC). La meta establecida contempla la reducción no condicionada del 51% del volumen de sus emisiones para el año 2030, tomando como referencia un escenario tendencial carente de medidas para combatir el cambio climático. Paralelamente, el país ha asumido el compromiso internacional no condicionado para realizar acciones de mitigación que tengan como resultado la reducción del 22% de sus emisiones de GEI al año 2030, lo cual significa una reducción de alrededor de 210 megatoneladas (Mt) de GEI[6].

Durante el año 2015 y 2016, el Gobierno de Jalisco se concentró en dirigir estudios encaminados a conocer y documentar el sector ladrillero de todo el Estado, y con ellos generar indicadores socio económicos y ambientales en toda la cadena de valor del sector. [7] Lo anterior se realizó con la finalidad de contar con información que ayudara a respaldar y formular la intervención al sector ladrillero.

Atendiendo a esta problemática se elaboró un diagnóstico de la **cadena de valor de este sector**, dónde el núcleo productivo principal fueron los productores de ladrillo artesanal con el propósito de conocer las causas que explican estas restricciones económicas y sociales, y

que deben ser atendidas con el diseño e implementación de políticas públicas eficientes y efectivas por las instituciones gubernamentales pertinentes.

Así también se iniciaron los trabajos para la elaboración del **Diagnóstico Macro sobre el sector ladrillero en el estado de Jalisco**. La metodología de investigación desarrollada contempla la investigación bibliográfica referente a los inventarios ladrilleros del estado de Jalisco, el diagnóstico del esquema regulatorio tanto estatal como municipal, la generación de una encuesta y su aplicación a productores en la zona de estudio, la ubicación georreferenciada de los hornos ladrilleros, la evidencia fotográfica, y el análisis estadístico de la base de datos generada.

[1] Ver: <http://ccacoalition.org/en>

[2] Los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) son principalmente, carbono negro, metano, ozono troposférico, e hidrofluorocarbonos (HFCs).

[3] Ver: <http://ccacoalition.org/en/initiatives/bricks>

[4] <http://www.redladrilleras.net/assets/files/692ecaa0a857372af35a529441387778.pdf>

[5] Ver: <http://ccacoalition.org/en/initiatives/bricks>

[6] Ver: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162973/2015_indc_ing.pdf

[7] Ver: <https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/calidad-del-aire/programa-de-fortalecimiento-y-transicion-del-sector-ladrillero>



Gobierno del Estado de Jalisco
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Av. Circunvalación Agustín Yáñez 2343
Colonia Moderna, Guadalajara Jalisco, México.
Teléfonos (33) 3030.8250, (33) 3030.8264

aire.jalisco.gob.mx

 [@aireysaludmg](https://twitter.com/aireysaludmg)