



**INECC**

INSTITUTO NACIONAL  
DE ECOLOGÍA  
Y CAMBIO CLIMÁTICO

**SEMARNAT**

SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



# INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE 2016, MÉXICO

INSTITUTO NACIONAL  
DE ECOLOGÍA Y  
CAMBIO CLIMÁTICO

COORDINACIÓN  
GENERAL DE  
CONTAMINACIÓN Y  
SALUD AMBIENTAL

2017

Periférico Sur, No. 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Del.  
Coyoacán, Ciudad de México. C.P. 04530. Tel. +52 (55)  
54246400. Fax. +52 (55) 54245404. <http://www.gob.mx/inecc>

## **Diseño y formación**

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Fotografía de portada: Panorámica de la Ciudad de Puebla. Tomada de <https://www.google.com.mx>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Av. Ejército Nacional 223. Col. Anáhuac.

C.P. 11320. Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México.

<http://www.gob.mx/semarnat>

D.R.© Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Periférico Sur 5000. Col. Insurgentes Cuicuilco.

C.P. 04530. Delegación Coyoacán, Ciudad de México.

<http://www.gob.mx/inecc>

Citar este documento como:

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). *Informe Nacional de Calidad del Aire 2016, México*. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación sobre la Calidad del Aire y los Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. Diciembre 2017.

---

---

---

**INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE  
2016, MÉXICO**

---

---

---

## DIRECTORIO

---

**Dra. María Amparo Martínez Arroyo**

Directora General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

**Dr. J. Víctor Hugo Páramo Figueroa**

Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

**Ing. Sergio Zirath Hernández Villaseñor**

Director de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos

## ELABORACIÓN

---

**Biól. Rodolfo Iniestra Gómez**

Subdirector de Calidad del Aire

**Act. María Guadalupe Tzintzun Cervantes**

Jefa del Departamento de Análisis de Información

**M. en G. Josefina Gabriel Morales**

Jefa del Departamento de Modelación Ambiental y Salud

## APOYO Y COLABORACIÓN TECNICA

---

**Act. Cristina Ortuño Mojica**

Consultora

## Contenido

<b>CONTENIDO.....</b>	<b>II</b>
<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE.....</b>	<b>6</b>
3.1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LAS BASES DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE.....	6
3.1.1 LIMPIEZA DE DATOS.....	6
3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE DATOS EXTREMOS Y COMPORTAMIENTOS ANÓMALOS.....	7
3.1.3 VERIFICACIÓN DE LA VALIDEZ DE LOS DATOS SOSPECHOSOS.....	8
3.2 CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES.....	8
3.2.1 HERRAMIENTAS Y BASES DE DATOS UTILIZADAS EN LA GENERACIÓN DE INDICADORES.....	9
3.2.2 INDICADORES.....	9
3.2.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NOM.....	9
3.2.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	15
3.2.2.3 PORCENTAJE DE DÍAS CON CONCENTRACIONES SUPERIORES A LOS LÍMITES NORMADOS POR CIUDAD Y ZONA METROPOLITANA.....	16
<b>4. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN MÉXICO.....</b>	<b>18</b>
<b>5. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE BAJA CALIFORNIA.....</b>	<b>25</b>
5.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	25
5.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	26
5.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	26
5.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	30
<b>6. SISTEMAS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE CHIHUAHUA.....</b>	<b>33</b>
6.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	33
6.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	34
6.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	35
6.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	38
<b>7. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y SU ZONA CONURBADA.....</b>	<b>41</b>
7.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	41
7.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	43
7.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	43
7.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	48
<b>8. SISTEMAS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE COAHUILA.....</b>	<b>51</b>
8.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	51
8.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	52

8.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	52
8.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	55
<b>9. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DEL ESTADO DE MÉXICO.....</b>	<b>59</b>
9.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	59
9.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	60
9.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	60
9.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	63
<b>10. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE GUANAJUATO.....</b>	<b>67</b>
10.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	67
10.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	69
10.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	69
10.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	74
<b>11. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE HIDALGO.....</b>	<b>77</b>
11.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	77
11.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	79
11.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	79
11.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	84
<b>12. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE JALISCO.....</b>	<b>88</b>
12.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	88
12.2 DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	89
12.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	89
12.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	94
<b>13. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE MICHOACÁN.....</b>	<b>97</b>
13.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	97
13.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	98
13.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	98
13.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	101
<b>14. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE MORELOS.....</b>	<b>105</b>
14.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	105
14.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	106
14.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	106
14.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	109
<b>15. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE NAYARIT.....</b>	<b>113</b>
15.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	113
15.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	114
15.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	114
15.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	117
<b>16. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE NUEVO LEÓN.....</b>	<b>120</b>
16.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	120
16.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE. ....	121
16.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE. ....	121
16.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA. ....	124
<b>17. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE OAXACA.....</b>	<b>127</b>
17.1 INFORMACIÓN GENERAL. ....	127

17.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	128
17.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	128
17.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	129
<b>18. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE PUEBLA.....</b>	<b>132</b>
18.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	132
18.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	133
18.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	133
18.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	136
<b>19. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE QUERÉTARO.....</b>	<b>139</b>
19.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	139
19.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	140
19.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	140
19.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	143
<b>20. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE VERACRUZ.....</b>	<b>145</b>
20.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	145
20.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	146
20.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	146
20.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	148
<b>21. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE YUCATÁN.....</b>	<b>152</b>
21.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	152
21.2 DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	153
21.2.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.....	153
21.2.2 DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA.....	155
<b>22. CONCLUSIONES.....</b>	<b>157</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXO 1. SISTEMAS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE, REDES DE MONITOREO/MUESTREO Y ESTACIONES DE MONITOREO/MUESTREO EXISTENTES EN MÉXICO.....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXO 2. LÍMITES DE CONCENTRACIÓN RECOMENDADOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) Y COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN MÉXICO, ESTADOS UNIDOS (USEPA), CALIFORNIA (CARB-US) Y UNIÓN EUROPEA (UE).....</b>	<b>168</b>

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AMM	Área Metropolitana de Monterrey
Aut	Equipo automático
CFR	Code of Federal Regulations
CIMAV	Centro de Investigación en Materiales Avanzados
CO	Monóxido de carbono
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DI	Datos insuficientes
DOF	Diario Oficial de la Federación
Edomex	Estado de México
FO	Fuera de operación
IND	Información no disponible
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INV	Datos invalidados
Man	Equipo manual
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards
NOM	Norma Oficial Mexicana
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
O <sub>3</sub>	Ozono
OMS	Organización Mundial de la Salud
PM <sub>10</sub>	Partículas suspendidas con diámetros aerodinámicos menores de 10 µm
PM <sub>2.5</sub>	Partículas suspendidas con diámetros aerodinámicos menores de 2.5 µm
ppm	Partes por millón
SCICA	Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire



SINAICA	Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire
SIMAEH	Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo
SMCA	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire
SSAOT	Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
USEPA	United States Environmental Protection Agency
ZMG	Zona Metropolitana de Guadalajara
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
ZMVT	Zona Metropolitana del Valle de Toluca
µg/m <sup>3</sup>	Microgramos por metro cúbico

## AGRADECIMIENTOS

---

Las dependencias que se listan a continuación proporcionaron la información generada por el monitoreo automático y/o manual que se empleó para elaborar este Informe Nacional de Calidad del Aire. Su apoyo para integrar y validar dicha información, así como para resolver las dudas que surgieron durante la generación de los indicadores respectivos resultó de gran valor en la elaboración del informe.

- Secretaría de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Baja California.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua.
- Centro de Investigación en Materiales Avanzados de Chihuahua.
- Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Chihuahua.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Coahuila.
- Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco.
- Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Michoacán.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nayarit.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León.
- Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Oaxaca.
- Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Gobierno de Estado de Puebla.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Querétaro.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán.

## RESUMEN EJECUTIVO

---

Este informe presenta el análisis de la información disponible para el año 2016, sobre Partículas suspendidas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y Ozono ( $O_3$ ) en 20 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA), distribuidos en 17 entidades federativas de nuestro país. Estas entidades son: Baja California, Chihuahua, Ciudad de México (y su zona conurbada), Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Oaxaca, Querétaro, Veracruz y Yucatán.

Para cada zona metropolitana y ciudad cubierta por cada SMCA se evalúa el estado de la calidad del aire, a nivel de estación de monitoreo, con respecto a las normas oficiales mexicanas (NOM) en la materia y a la distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

La Tabla RE1 resume el estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire a nivel de zona metropolitana y ciudad. Para hacer esta evaluación general se tomó como referencia la concentración más alta registrada en cada de zona metropolitana y en cada ciudad con respecto a cada contaminante de acuerdo con el dato base empleado para evaluar el cumplimiento de NOM (máximo horario, máximo de los promedios móviles de ocho horas, máximo de los promedios de 24 horas o promedio anual). Esto es, si en una estación de monitoreo no se cumple con la Norma evaluada, se considera que en la ciudad o zona metropolitana en la que se ubica la estación tampoco se cumple con la misma y el valor representativo del incumplimiento corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad. El análisis por estación de monitoreo se puede consultar en cada capítulo de este documento.

Entre los hallazgos más relevantes del análisis presentado en este documento destacan los siguientes:

- De los 34 SMCA existentes en el país, en este informe no se incluye información de 14 de ellos (Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Ojinaga, Colima, Durango, Guerrero, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala y Zacatecas) siendo las razones principales el haber tenido sus estaciones de monitoreo fuera de operación, haber entregado su información de forma tardía o haber proporcionado datos inconsistentes sin validar.

- En su conjunto, los 20 SMCA incluidos en este informe (Baja California, Chihuahua estatal, Chihuahua Municipal, Ciudad Juárez, Ciudad de México y zona conurbada, Coahuila estatal, Torreón, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz y Yucatán) agruparon un total de 169 estaciones de monitoreo, distribuidas en 64 ciudades y zonas metropolitanas.
- De las 169 estaciones de monitoreo referidas en el párrafo anterior, 133 contaron con infraestructura para la medición de ozono, 150 para la medición de partículas suspendidas  $PM_{10}$  y 102 para la medición de partículas suspendidas  $PM_{2.5}$ .
- De las 133 estaciones de monitoreo con capacidad para medir ozono, el cumplimiento de la Norma correspondiente se pudo evaluar en 106, esto es, en el 80% del total. En 7 de estas 106 estaciones se cumplió con la Norma y en las restantes 99 esto no ocurrió. De las 99 estaciones en donde no se cumplió con la NOM se encontró que en 84 se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), en 5 se rebasó sólo el límite de una hora y en 10 sólo el límite de 8 horas.
- De las 150 estaciones con capacidad para medir  $PM_{10}$ , 95 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 5 se cumplió con la Norma y en 90 no (en 67 se rebasaron los dos límites normados y en 23 se rebasó sólo el límite de 24 horas). De las 55 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma 30 no generaron información suficiente para ello, 10 se reportaron fuera de operación, 12 no reportaron información al INECC y en 3 se invalidaron los datos generados por problemas en el equipo de medición.
- De las 102 estaciones con capacidad para medir  $PM_{2.5}$ , 43 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente y en ninguna de ellas se cumplió. En 37 se rebasaron los dos límites normados, en una sólo el límite de 24 horas y en cinco se rebasó sólo el límite anual). De las 59 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 31 no generaron información suficiente para ello, 12 se reportaron fuera de operación, 8 no reportaron información al INECC y en 8 se invalidaron los datos generados por problemas en el equipo de medición.

- A nivel de ciudad o zona metropolitana, 46 de las 64 ciudades y zonas metropolitanas incluidas en este reporte contaron con infraestructura para la medición de ozono en 2016. De ellas, solamente en dos se cumplió con la Norma correspondiente (Mexicali y Mérida); en 36 no se cumplió con la misma (Chihuahua, ZMVM, Saltillo, Monclova, ZMVT, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao, Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo, ZMG, Morelia, Cuautla, Ocuilco, Cuernavaca, Zacatepec, Tepic, AMM, Oaxaca, Puebla, Coronango, Corregidora, Santiago de Querétaro, San Juan del Río, Minatitlán, Xalapa y Poza Rica); y, en ocho no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Tijuana, Piedras Negras, El Marqués, Ensenada, Rosarito, Tecate, Ciudad Juárez y Torreón).
- 58 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas  $PM_{10}$ . De ellas sólo dos cumplieron con la norma respectiva (Tulancingo y Zapotlán); en 27 no se cumplió con los límites normados (Mexicali, Chihuahua, Ciudad Juárez, ZMVM, Torreón, ZMVT, ZMG, Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao, Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Tepetitlán, Tepeji del Río, Tlaxcoapan, Tizayuca, Morelia, Cuautla, Cuernavaca, Tepic, AMM, Puebla, Minatitlán y Coronango); y en 29 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Tijuana, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Atotonilco de Tula, Tepeapulco, Huichapan, Ocuilco, Zacatepec, Oaxaca, Xalapa, Poza Rica, Ensenada, Rosarito, Tecate, Ojinaga, Purísima del Rincón, San Miguel de Allende, Dolores Hidalgo, Cortazar, Juventino Rosas, Acámbaro, Morelón, San José Iturbide, San Francisco del Rincón, San Juan del Río, Corregidora, El Marqués y Santiago de Querétaro).
- 43 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas  $PM_{2.5}$ . De ellas 19 no cumplieron con la norma (Tijuana, ZMVM, ZMVT, ZMG, Irapuato, Salamanca, Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río, Tizayuca, Lolotla, Tulancingo, Morelia, Cuernavaca, Tepic, Puebla, Minatitlán y Mérida), y en 24 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Mexicali, Chihuahua, Saltillo, Monclova, Piedras Negras, Celaya, León, Silao, Tula de Allende, Cuautla, AMM, Oaxaca, Xalapa, Poza Rica, Ensenada, Tecate, Torreón, Coronango, San Luis de la Paz, Guanajuato, Abasolo, Villagrán, San Juan del Río y Santiago de Querétaro).

- Las concentraciones horarias más altas de ozono registradas en 2016 ocurrieron en: ZMVM (0.210 ppm), ZMG (0.194 ppm), Pachuca (0.162 ppm), Saltillo (0.152 ppm), Irapuato (0.150 ppm), AMM (0.148 ppm), Atotonilco de Tula (0.146), Tulancingo (0.143 ppm), Salamanca (0.138 ppm) y ZMVT (0.135 ppm). Todas ellas fueron superiores al límite normado que es 0.095 ppm.
- Las concentraciones promedio móvil de 8 horas más altas de ozono registradas en 2016 se presentaron en: ZMVM (0.152 ppm), Pachuca (0.141 ppm), Tulancingo (0.128 ppm), Irapuato (0.125 ppm), Salamanca (0.121 ppm), Atotonilco de Tula (0.109 ppm), Zacatepec (0.104 ppm), Minatitlán (0.103 ppm), ZMVT (0.102 ppm), Saltillo, Tizayuca y ZMG (0.100 ppm), León (0.098 ppm), AMM (0.098 ppm) y Morelia (0.097 ppm). Todas ellas superiores al límite normado que es 0.070 ppm.
- Las concentraciones más altas de PM<sub>10</sub>, como promedio de 24 horas, ocurrieron en: Ciudad Juárez (412 µg/m<sup>3</sup>), Mexicali (341 µg/m<sup>3</sup>), Puebla (321 µg/m<sup>3</sup>), ZMVT (301 µg/m<sup>3</sup>), AMM (251 µg/m<sup>3</sup>), Salamanca (243 µg/m<sup>3</sup>), ZMG (207 µg/m<sup>3</sup>), Irapuato (191 µg/m<sup>3</sup>), Celaya (186 µg/m<sup>3</sup>), Torreón (180 µg/m<sup>3</sup>) y ZMVM (177 µg/m<sup>3</sup>). Todas ellas con concentraciones equivalentes a más de dos veces el límite normado que es 75 µg/m<sup>3</sup>.
- Las concentraciones promedio anuales más altas de PM<sub>10</sub> se registraron en: Mexicali (132 µg/m<sup>3</sup>), Ciudad Juárez (127 µg/m<sup>3</sup>), ZMG (86 µg/m<sup>3</sup>), Torreón y Atitalaquia (76 µg/m<sup>3</sup>), AMM (75 µg/m<sup>3</sup>), ZMVT (74 µg/m<sup>3</sup>), León (69 µg/m<sup>3</sup>), Celaya (62 µg/m<sup>3</sup>), ZMVM (61 µg/m<sup>3</sup>), Salamanca (60 µg/m<sup>3</sup>) y Chihuahua (56 µg/m<sup>3</sup>). El límite normado es 40 µg/m<sup>3</sup>.
- Las concentraciones más altas de PM<sub>2.5</sub>, como promedio de 24 horas, se presentaron en: ZMVT (182 µg/m<sup>3</sup>), Irapuato (124 µg/m<sup>3</sup>), Atotonilco de Tula (106 µg/m<sup>3</sup>), Salamanca (104 µg/m<sup>3</sup>), ZMVM (102 µg/m<sup>3</sup>), Tijuana (98 µg/m<sup>3</sup>), Atitalaquia (95 µg/m<sup>3</sup>), Tepeji del Río (76 µg/m<sup>3</sup>), Cuernavaca (69 µg/m<sup>3</sup>), Minatitlán (66 µg/m<sup>3</sup>), Puebla (65 µg/m<sup>3</sup>) y ZMG (61 µg/m<sup>3</sup>). El límite normado es 45 µg/m<sup>3</sup>.
- Los promedios anuales más altos de PM<sub>2.5</sub> se registraron en: ZMVT (43 µg/m<sup>3</sup>), Atotonilco de Tula (31 µg/m<sup>3</sup>), Atitalaquia (29 µg/m<sup>3</sup>), Tijuana (26 µg/m<sup>3</sup>), ZMG (26 µg/m<sup>3</sup>), ZMVM (25 µg/m<sup>3</sup>), Tepeji del Río (24 µg/m<sup>3</sup>), Irapuato (23 µg/m<sup>3</sup>), Puebla (23 µg/m<sup>3</sup>), Minatitlán (22 µg/m<sup>3</sup>), Salamanca (21 µg/m<sup>3</sup>), Tizayuca (21 µg/m<sup>3</sup>) y Cuernavaca (21 µg/m<sup>3</sup>). El límite normado es 12 µg/m<sup>3</sup>.

- Las ciudades en las que con mayor frecuencia se presentaron días con concentraciones de ozono superiores al límite normado de una hora (estimado como número de días con concentraciones superiores al límite normado / número de días del año con información válida) fueron; ZMVM (58%), Saltillo (29%), AMM (16%), ZMG (13%), Pachuca (12%), Irapuato (11%), ZMVT y Ocuituco (7%), Silao y Minatitlán (6%), Atotonilco y Cuautla (5%) y Atitalaquia, Tizayuca, Puebla y Coronango (4%).
- Las ciudades en las que con mayor frecuencia se presentaron días con concentraciones de  $PM_{10}$  superiores al límite normado de 24 horas (estimado como número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite normado / número de días o muestreos del año con información válida) fueron: Mexicali (84%), Ciudad Juárez (82%), AMM (58%), Atotonilco de Tula (51%), Atitalaquia (46%), Zacatepec (45%), León (44%), ZMVT (42%), ZMVM y Celaya (38%), Torreón y ZMG (26%), Salamanca (23%) y Tijuana y Chihuahua (21%).
- Las ciudades en las que con mayor frecuencia se presentaron días con concentraciones de  $PM_{2.5}$  superiores al límite normado de 24 horas (estimado como número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite normado / número de días o muestreos del año con información válida) fueron: ZMVT (47%), Tizayuca (19%), ZMVM y León (12%), Tijuana (10%), AMM (9%), ZMG (9%), Tula de Allende (8%) y Xalapa (8%), Minatitlán (7%) y Atotonilco de Tula (6%).

Tabla RE1 Estatus de cumplimiento o incumplimiento de las NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad y zona metropolitana, en 2016.

Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población proyectada 2016 (CONAPO, 2012)	PM <sub>10</sub> NOM-025-SSA1-2014			PM <sub>2.5</sub> NOM-025-SSA1-2014			O <sub>3</sub> NOM-020-SSA1-2014		
				Límite 24 hrs (75 µg/m <sup>3</sup> )	Límite anual (40 µg/m <sup>3</sup> )	Cumple NOM	Límite 24 hrs (45 µg/m <sup>3</sup> )	Límite anual (12 µg/m <sup>3</sup> )	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.095 ppm)	Límite 8 hrs (0.070 ppm)	Cumple NOM
Baja California	Baja California	Mexicali	1,039,260	341	132	NO	FO	FO	FO	0.078	0.061	SI
		Tijuana	1,748,062	DI	DI	DI	98	26	NO	DI	DI	DI
		Ensenada	527,666	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Rosarito	107,096	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Tecate	112,604	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Chihuahua	Chihuahua Estatal	Chihuahua Estatal	920,464	159	56	NO	DI	DI	DI	0.096	0.090	NO
	Chihuahua municipal	Chihuahua municipal		131	53	NO				FO	FO	FO
	Ojinaga	Ojinaga	31,105	FO	FO	FO						
Ciudad de México y zona conurbada	Ciudad de México y zona conurbada	Ciudad Juárez	1,435,761	412	127	NO				FO	FO	FO
		Ciudad de México y zona conurbada <sup>1</sup>	21,497,028	177	61	NO	102	25	NO	0.210	0.152	NO
Coahuila	Coahuila estatal	Torreón	700,656	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
		Saltillo	798,042	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.152	0.100	NO
		Monclova	233,342	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.115	DI	NO
		Piedras Negras	163,142	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
		Torreón municipal	Torreón	700,656	180	76	NO	FO	FO	FO	FO	FO
Estado de México	Estado de México	Zona Metropolitana del Valle de Toluca <sup>1</sup>	2,225,285	301	74	NO	182	43	NO	0.135	0.102	NO
Guanajuato	Guanajuato	Celaya	503,206	186	62	NO	DI	DI	DI	0.096	0.079	NO
		Irapuato	571,786	191	52	NO	124	23	NO	0.150	0.125	NO
		León	1,540,780	153	69	NO	DI	DI	DI	0.128	0.098	NO
		Salamanca	278,123	243	60	NO	104	21	NO	0.138	0.121	NO
		Silao	188,675	157	47	NO	DI	DI	DI	0.112	0.092	NO
		Purísima del Rincón	76,911	IND	IND	IND						
		San Luis de la Paz	124,540				IND	IND	IND			
		Guanajuato	184,560				IND	IND	IND			
		San Miguel de Allende	173,599	IND	IND	IND						
		Abasolo	88,673				IND	IND	IND			
		Villagrán	59,670				IND	IND	IND			
		Dolores Hidalgo	156,808	IND	IND	IND						
		Cortazar	92,046	IND	IND	IND						
		Juventino Rosas	84,796	IND	IND	IND						
		Acámbaro	112,952	IND	IND	IND						
		Moroleón	51,107	IND	IND	IND						
		San José Iturbide	80,500	IND	IND	IND						
San Fco. del Rincón	120,008	IND	IND	IND								
Hidalgo	Hidalgo	Pachuca	272,922	89	32	NO	53	12	NO	0.162	0.141	NO
		Tula de Allende	112,415	108	41	NO	DI	DI	DI	0.091	0.073	NO
		Atitalaquía	28,781	173	76	NO	95	29	NO	0.121	0.095	NO
		Atotonilco de Tula	34,351	DI	DI	DI	106	31	NO	0.146	0.109	NO
		Tepetitlán	10,690	89	28	NO						
		Tepeji del Río	88,709	127	41	NO	76	24	NO	0.111	0.096	NO
		Tlaxcoapan	28,529	84	32	NO						
		Tizayuca	130,247	80	40	NO	46	21	NO	0.122	0.100	NO
		Lolotla	10,018				38	15	NO			
		Tepeapulco	53,463	DI	DI	DI				0.122	0.092	NO
		Huichapan	47,628	DI	DI	DI				0.101	0.090	NO

<sup>1</sup> Las definiciones de ZMVM, ZMVT, ZMG y AMM adoptadas en este documento corresponde a las empleadas en el documento "Zonas metropolitanas de México 2010" de CONAPO, INEGI y SEDESOL del año 2013, disponible para consulta en : [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Zonas\\_metropolitanas\\_2010](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Zonas_metropolitanas_2010)



Entidad	Nombre del SMCA	Ciudad/Zona metropolitana*	Población proyectada 2016 (CONAPO, 2012)	PM <sub>10</sub> NOM-025-SSA1-2014			PM <sub>2.5</sub> NOM-025-SSA1-2014			O <sub>3</sub> NOM-020-SSA1-2014		
				Límite 24 hrs (75 µg/m <sup>3</sup> )	Límite anual (40 µg/m <sup>3</sup> )	Cumple NOM	Límite 24 hrs (45 µg/m <sup>3</sup> )	Límite anual (12 µg/m <sup>3</sup> )	Cumple NOM	Límite 1 hr (0.095 ppm)	Límite 8 hrs (0.070 ppm)	Cumple NOM
		Tulancingo	168,028	54	21	SI	35	13	NO	0.143	0.128	NO
		Zapotlán	19,187	68	30	SI						
Jalisco	Jalisco	Zona Metropolitana de Guadalajara <sup>1</sup>	4,853,424	207	86	NO	61	26	NO	0.194	0.100	NO
Michoacán	Michoacán	Morelia	773,071	92	30	NO	51	13	NO	0.111	0.097	NO
		Cuautla	190,870	128	45	NO	DI	DI	DI	0.102	0.094	NO
		Ocuituco	18,173	DI	DI	DI				0.134	0.095	NO
Morelos	Morelos	Cuernavaca	389,949	98	37	NO	69	21	NO	0.097	0.080	NO
		Zacatepec	37,128	DI	DI	DI				0.119	0.104	NO
Nayarit	Nayarit	Tepic	437,463	123	50	NO	35	15	NO	0.100	0.069	NO
Nuevo León	Nuevo León	Área Metropolitana de Monterrey <sup>1</sup>	4,540,429	251	75	NO	DI	DI	DI	0.148	0.098	NO
Oaxaca	Oaxaca	Oaxaca	271,046	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.076	NO
Puebla	Puebla	Puebla	1,648,051	321	52	NO	65	23	NO	0.118	0.092	NO
		Coronango	38,834	77	26	NO	FO	FO	FO	0.124	0.094	NO
		Corregidora	173,141	INV	INV	INV				DI	0.076	NO
		El Marqués	146,024	INV	INV	INV				DI	DI	DI
		Santiago de Querétaro	874,637	INV	INV	INV	INV	INV	INV	0.103	0.084	NO
		San Juan del Río	270,102	IND	IND	IND	IND	IND	IND	DI	0.084	NO
Veracruz	Veracruz	Minatitlán	165,064	97	43	NO	66	22	NO	0.130	0.103	NO
		Xalapa	497,810	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.095	0.086	NO
		Poza Rica	204,286	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.099	0.085	NO
Yucatán	Yucatán	Mérida	908,522				44	15	NO	0.069	0.035	SI

\* En la columna Ciudad/Zona metropolitana, las redes de monitoreo se indican con letra negrilla, en tanto que en letra no negrilla se indica el nombre de aquellas ciudades que sólo tienen una estación de monitoreo en su territorio.

DI = Datos insuficientes; FO = Fuera de operación; INV = Datos invalidados; IND= Información no disponible;  = No se monitorea este contaminante;  = Cumple con el límite normado;  = No cumple con el límite normado;  = No fue posible evaluar cumplimiento de NOM;  SI = En todas las estaciones de monitoreo se cumple con la NOM correspondiente;  NO = En al menos una estación de monitoreo no se cumple con la NOM correspondiente;

- > Los números indican la concentración más alta registrada en la Ciudad o Zona Metropolitana, de acuerdo con el dato base empleado para evaluar cumplimiento de NOM de cada contaminante.
- > En el caso de ozono y partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), de acuerdo con lo establecido en cada Norma, un sitio cumple con la misma sólo si acata los dos valores límite normado en cada caso.

# 1. INTRODUCCIÓN.

---

La evolución y el desarrollo de las zonas urbanas a nivel nacional, han venido acompañados por la proliferación de problemas ambientales debidos al incremento en la concentración de población, actividad industrial, vehicular, doméstica y de dotación de servicios. Las actividades diarias generadas por las industrias, el comercio y el tránsito vehicular, entre otros, suelen producir una gran cantidad de sustancias que modifican la composición natural del aire. A diario se producen miles de toneladas de contaminantes que son emitidos a la atmósfera. Por ello, el monitoreo de la calidad del aire toma una importancia fundamental para proveer la información necesaria a fin de evaluar la calidad del aire de cada región y sus tendencias, así como para desarrollar estrategias de prevención y control, y políticas ambientales integrales, entre otras aplicaciones.

La necesidad de los gobiernos locales y de la sociedad de incrementar sus esfuerzos para obtener información confiable de la concentración de contaminantes, sus fuentes y sus efectos es imperativa y fundamental para la toma de decisiones en materia de protección a la salud y de los ecosistemas. Por ello, el presente documento tiene como propósito poner a disposición de las autoridades ambientales y de salud de los tres órdenes de gobierno, investigadores, estudiantes, organismos de la sociedad civil y otros interesados, un diagnóstico de la calidad del aire en México durante el año 2016, con la finalidad de que cuenten con información robusta y confiable para diseñar y evaluar políticas públicas que permitan reducir los riesgos a la salud de la población asociados con la exposición a los contaminantes atmosféricos.

Este Informe Nacional de la Calidad del Aire 2016 presenta información de 20 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA) distribuidos en 17 Entidades Federativas de la República Mexicana que cuentan con datos para el año 2016 con respecto a Partículas suspendidas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y Ozono ( $O_3$ ). Se evalúa el estado de la calidad del aire y se incluye, para cada SMCA, la revisión de los siguientes indicadores:

- a. Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire; y,
- b. Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

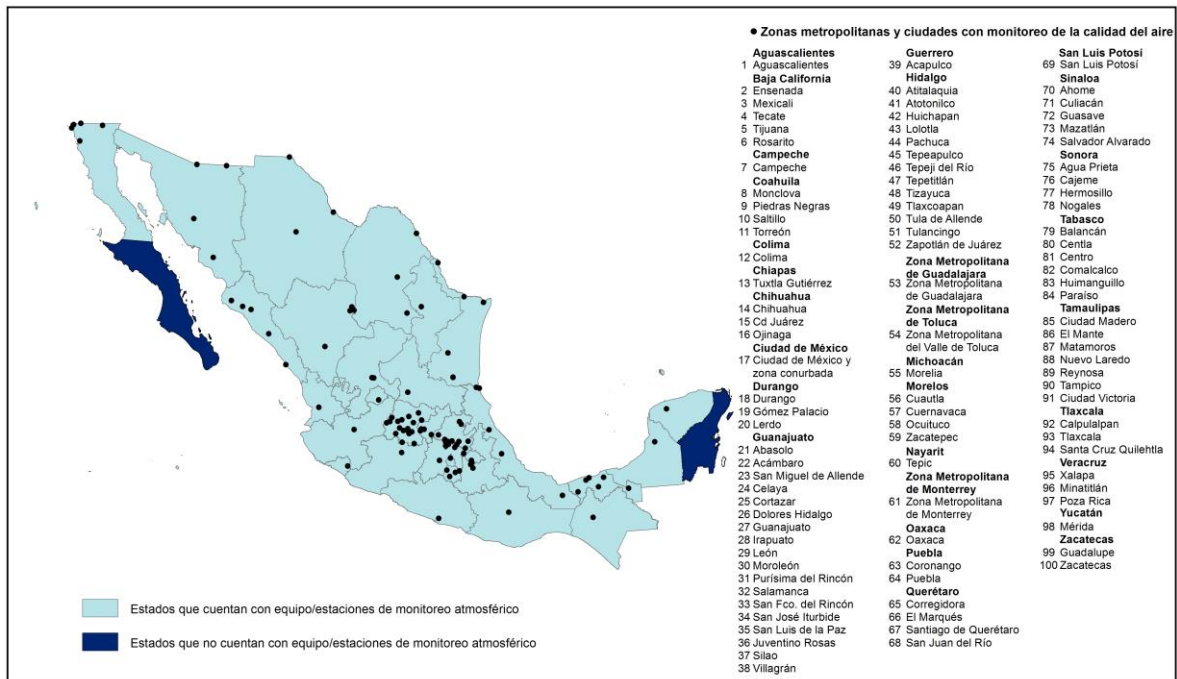
En el primer capítulo de este documento se plantea el propósito del mismo y los indicadores usados para hacer el diagnóstico de la calidad del aire en las diferentes ciudades y zonas metropolitanas. En el segundo capítulo se describen las capacidades actuales del monitoreo de la calidad del aire en México y los SMCA incluidos en este informe. Igualmente, se identifican los SMCA no incluidos y

los motivos de tal situación. El tercer capítulo describe la metodología utilizada para analizar y procesar los datos generados por los SMCA, así como los procedimientos para el cálculo de los indicadores que son usados para elaborar el diagnóstico del estado de la calidad del aire en las diferentes entidades de nuestro país en el año 2016. El cuarto capítulo presenta los principales resultados del análisis realizado por el INECC sobre la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012. Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, específicamente en cuanto a las necesidades de monitoreo en el país conforme a los criterios que ahí se establecen. Del capítulo 5 al 21 se presenta el estado de la calidad del aire en cada entidad federativa con respecto a las partículas suspendidas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y ozono ( $O_3$ ). Para ello, se muestra la evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire y la distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala. En el capítulo 22 se presentan las conclusiones derivadas de los datos analizados. Finalmente, se incluyen dos anexos donde el lector podrá conocer información detallada y actualizada sobre las capacidades específicas de monitoreo en el país, así como de los límites normados vigentes para cada contaminante criterio en México, Estados Unidos y la Unión Europea, además de las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## 2. ANTECEDENTES.

Del universo de posibles SMCA que deberían operar en México, de acuerdo con los datos que se presentan en el capítulo 4 de este documento, al mes de diciembre del año 2016 el INECC tuvo registro de la existencia de 34 SMCA administrados por alguna autoridad gubernamental, ya fuera estatal o municipal. Estos 34 SMCA estuvieron distribuidos en 30 entidades federativas. Quintana Roo y Baja California Sur se mantuvieron como los únicos estados que no poseen actualmente un SMCA en su territorio. En su conjunto, estos SMCA agrupan un total de 241 estaciones de monitoreo/muestreo (131 automáticas, 75 manuales y 35 mixtas) que cuentan con instrumentos para medir la concentración en aire ambiente de, al menos, uno de los siguientes contaminantes: Partículas (PM<sub>10</sub> y/o PM<sub>2.5</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO). Estas 241 estaciones de monitoreo estuvieron repartidas en un total de 100 ciudades y zonas metropolitanas (Figura 2.1). Con respecto a diciembre de 2015 se observa que hay dos ciudades que dejaron de monitorear la calidad del aire (Ajacuba y Xochicoatlán), ambas en el Estado de Hidalgo y que hay cinco estaciones de monitoreo menos. El Anexo I detalla la distribución de las estaciones de monitoreo de calidad del aire existentes en 2016 por entidad federativa, ciudad, sistema de monitoreo y tipo de estación.

Figura 2.1 Ciudades y zonas metropolitanas de México con monitoreo de la calidad del aire en 2016.



Fuente: Elaboración propia

La información de la calidad del aire contenida en este informe corresponde al análisis realizado con los datos validados del año 2016, que con respecto a partículas suspendidas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) y ozono, proporcionaron las instancias encargadas de la administración de cada uno de los SMCA que se muestran en la Tabla 2.1. En ella se incluyen con detalle las entidades federativas a quienes se solicitó información, la respuesta que dieron a la petición y, en su caso, las razones por las que no se incluyó dicha información en el presente reporte. Los SMCA sombreados en gris corresponden a los que si se incluyen en este documento. En total son 20, los cuales están distribuidos en 17 Estados y en su conjunto albergaron a 169 estaciones de monitoreo. De ellas, 133 contaron con infraestructura para la medición de ozono, 150 para la medición de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y 105 para la medición de partículas suspendidas PM<sub>2.5</sub>.

**Tabla 2.1 SMCA incluidos en este informe.**

Entidad	SMCA	¿Respondió a la solicitud de datos?	¿Se usó la información?	Razones por las que no se utilizó la información
Aguascalientes	Aguascalientes	Si	No	Datos inconsistentes sin validar.
Baja California	Baja California	Si	Si	-----
Campeche	Campeche	Si	No	No hubo datos. Estación de monitoreo fuera de operación.
Chiapas	Chiapas	No	No	-----
Chihuahua	Chihuahua estatal	Si	Si	-----
	Chihuahua municipal	Si	Si	-----
	Cd Juárez	Si	Si	-----
	Ojinaga	Si	No	No hubo datos. Estaciones de monitoreo fuera de operación.
Ciudad de México y zona conurbada del Estado de México	Ciudad de México y zona conurbada	Si	Si	-----
Coahuila	Coahuila estatal	Si	Si	-----
	Torreón	Si	Si	-----
Colima	Colima	Si	No	No hubo datos. Estación de monitoreo fuera de operación.
Durango	Durango	Si	No	Datos inconsistentes sin validar.
Estado de México	Estado de México	Si	Si	-----
Guanajuato	Guanajuato	Si	Si	-----
Guerrero	Guerrero	Si	No	No hubo datos. Estación de monitoreo fuera de operación.
Hidalgo	Hidalgo	Si	Si	-----
Jalisco	Jalisco	Si	Si	-----
Michoacán	Michoacán	Si	Si	-----
Morelos	Morelos	Si	Si	-----
Nayarit	Nayarit	Si	Si	-----

Entidad	SMCA	¿Respondió a la solicitud de datos?	¿Se usó la información?	Razones por las que no se utilizó la información
Nuevo León	Nuevo León	Si	Si	-----
Oaxaca	Oaxaca	Si	Si	-----
Puebla	Puebla	Si	Si	-----
Querétaro	Querétaro	Si	Si	-----
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Si	No	Enviaron datos minutales en lugar de datos horarios validados.
Sinaloa	Sinaloa	No	No	-----
Sonora	Sonora	Si	No	No hubo datos. Tres estaciones de monitoreo estuvieron fuera de operación y una estación si operó pero no enviaron datos validados.
Tabasco	Tabasco	No	No	-----
Tamaulipas	Tamaulipas	Si	No	No hubo datos. Equipo de laboratorio para análisis de muestras descompuesto.
Tlaxcala	Tlaxcala	Si	No	Enviaron datos en diciembre de 2017
Veracruz	Veracruz	Si	Si	-----
Yucatán	Yucatán	Si	Si	-----
Zacatecas	Zacatecas	Si	No	Enviaron datos crudos sin validar

### 3. METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE.

---

Los indicadores presentados en este informe son resultado de la aplicación de varios procedimientos a los datos validados de calidad del aire que el INECC recibió de los SMCA. A continuación se describen los procedimientos utilizados para realizar la verificación de dichas bases de datos, así como las herramientas y metodología usadas para generar los indicadores que permiten evaluar el cumplimiento de las NOM de calidad del aire publicadas por la Secretaría de Salud y la distribución de los días con calidad del aire buena, regular o mala con respecto a  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $O_3$ .

#### 3.1 Procedimiento de verificación de las bases de datos de calidad del aire.

El procedimiento de verificación de datos tiene el objetivo de identificar los datos extremos o los comportamientos temporales y estacionales anómalos de los contaminantes atmosféricos para su posterior validación o invalidación por los responsables de los SMCA de acuerdo a sus bitácoras de operación. Una vez realizado este procedimiento se determina si los datos deben o no ser incluidos en las bases de datos validadas con las que se generan los indicadores.

En general, la verificación de datos consta de tres etapas secuenciales: 1) limpieza de las bases de datos, 2) identificación de datos extremos y comportamientos anómalos y 3) verificación de la validez de los datos sospechosos (Figura 3.1). A continuación se describe cada una de las etapas:

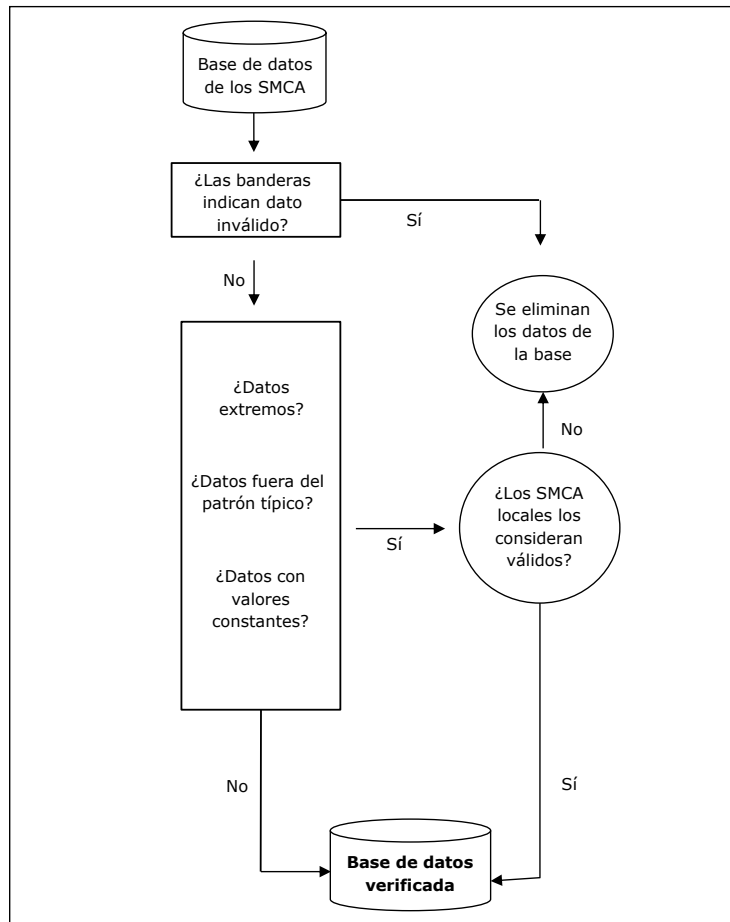
##### 3.1.1 Limpieza de datos.

Se eliminan valores etiquetados como *no válidos* de acuerdo con las banderas<sup>2</sup> asignadas por los sistemas de adquisición de datos de los analizadores. Por ejemplo, se colocan banderas a los datos, entre otras razones, por fallas en el sistema eléctrico o de comunicación, por fallas en los equipos de medición, y por la calibración o mantenimiento de los equipos de medición.

---

<sup>2</sup> Es un código alfanumérico que califica el estado de cada dato y que define si éste puede ser utilizado para reportes con un mayor o menor grado de certidumbre.

**Figura 3.1 Procedimiento de verificación de las bases de datos.**



### 3.1.2 Identificación de datos extremos y comportamientos anómalos.

Se identifican los datos que presentan un comportamiento temporal diferente del patrón típico de los contaminantes atmosféricos, mismo que se comenta con los responsables de los SMCA para la revisión y, en su caso, rectificación o ratificación de la validez de los datos, este procedimiento incluye la elaboración de:

- a) Gráficas de series de tiempo horarias para identificar saltos abruptos en la magnitud del parámetro medido, los cuales pueden indicar un cambio en el funcionamiento del analizador o del sensor. Estos gráficos también permiten identificar valores extremos y/o de poca duración, corrimientos de la línea base y valores constantes (es decir registros con valores iguales en cuatro o más horas consecutivas).



- b) Gráficas de comportamiento temporal del contaminante (p.e. perfiles horarios, diarios y mensuales). En estas gráficas se verificó visualmente la continuidad y tendencia de cada uno de los contaminantes con referencia a su comportamiento típico. Por ejemplo, el ozono, por ser un contaminante fotoquímico es sumamente sensible a la presencia de radiación solar por lo que, en presencia de sus precursores, a mayor radiación solar resulta una mayor concentración de este contaminante; es decir, resulta incorrecto tener las mayores concentraciones de ozono durante la noche.
- c) En el caso de las partículas suspendidas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , se identificaron los casos en que las concentraciones de las  $PM_{2.5}$  fueron mayores que las de  $PM_{10}$  ( $PM_{2.5} > PM_{10}$ ) en la misma estación y a la misma hora. Asimismo, se revisaron los datos consecutivos a estos registros con el fin de observar su comportamiento y determinar, de acuerdo a las bitácoras de operación y condiciones locales, la validez de los mismos.

### **3.1.3 Verificación de la validez de los datos sospechosos.**

Una vez identificados los datos sospechosos se realizaron consultas con los responsables de los SMCA, a través de correos electrónicos y llamadas telefónicas, con el fin de verificar la validez o invalidez de dichos datos, toda vez que los responsables de los SMCA cuentan con el conocimiento del entorno de las estaciones de monitoreo y con las bitácoras de operación de los equipos de medición, las cuales son un material de apoyo importante para evaluar la validez de dichos datos.

Una vez verificados los datos sospechosos por los responsables de los SMCA se conformaron las bases de datos finales con las que se elaboró el diagnóstico de la calidad del aire de los SMCA del año 2016 incluido en este Informe.

### **3.2 Construcción de indicadores.**

Después de la limpieza, revisión y verificación de las bases de datos, se generan los diferentes indicadores basados en los datos horarios, en los promedios móviles de ocho horas y en los promedios de 24 horas, dependiendo de las especificaciones de las correspondientes normas de calidad del aire. Asimismo, se tomó en cuenta el criterio de suficiencia de al menos 75% de datos válidos para la realización de cada cálculo.

En las siguientes secciones se describen las herramientas, los criterios de suficiencia y los indicadores calculados para cada contaminante y cada SMCA.

### **3.2.1 Herramientas y bases de datos utilizadas en la generación de indicadores.**

La generación de los indicadores de la calidad del aire de los diferentes SMCA se llevó a cabo utilizando el Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire (SCICA) desarrollado en el INECC, mismo que se alimentó a partir de las bases de datos verificadas y validadas referidas en la sección anterior.

En el sistema se realizaron consultas para generar los indicadores relacionados con el cumplimiento de las normas de calidad del aire (máximos y promedios anuales), así como la distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

### **3.2.2 Indicadores.**

En este documento se evalúan los SMCA en términos del cumplimiento de las NOM de salud ambiental por estación de monitoreo, siguiendo las especificaciones contenidas en las mismas. De manera complementaria, se obtuvo información que, si bien no representa una evaluación del cumplimiento de las normas, proporciona datos valiosos sobre la calidad del aire y su cuantificación en un año calendario. Éste es el caso de la distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala con respecto a la concentración de contaminantes en la atmósfera.

#### **3.2.2.1 Evaluación del cumplimiento de las NOM.**

Se evaluó el cumplimiento de las NOM de salud con relación al tiempo especificado para calcular el promedio de la concentración (una hora, ocho horas, 24 horas y anual) y la frecuencia tolerada de cada límite. La Tabla 3.1 resume los indicadores con los que se evaluó el cumplimiento de las NOM de salud con respecto a cada uno de los contaminantes incluidos. Se muestra además el tipo de dato base que se utilizó en el cálculo y el tiempo para calcular la métrica, el tipo de exposición, la frecuencia tolerada, los valores límite, los criterios de suficiencia de información y la NOM que corresponde a cada contaminante. Como complemento a esta Tabla, el Anexo 2 de este informe muestra los límites normados vigentes para cada contaminante criterio en México, Estados Unidos y Unión Europea, así como las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud.

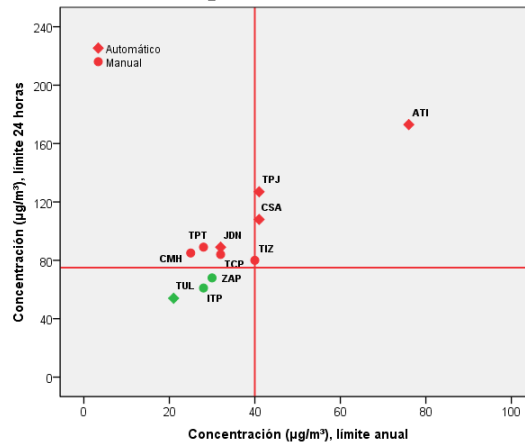
**Tabla 3.1. Indicadores calculados para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud.**

Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia tolerada	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Criterio de suficiencia anual	Norma Oficial Mexicana
<b>Partículas PM<sub>10</sub></b>	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	<b>75 µg/m<sup>3</sup></b> <b>Máximo</b>	Por lo menos tres trimestres con al menos el 75% de los promedios de 24 horas válidas (DOF, 2014a)	NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a)
		Crónica	---	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b> <b>Promedio anual</b>		
<b>Partículas PM<sub>2.5</sub></b>	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	<b>45 µg/m<sup>3</sup></b> <b>Máximo</b>		
		Crónica	---	<b>12 µg/m<sup>3</sup></b> <b>Promedio anual</b>		
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)<sup>a</sup></b>	Dato horario	Aguda	No se permite	<b>0.095 ppm</b> <b>Máximo</b>	Al menos 75% de los datos horarios (DOF, 2014b)	NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b)
	Promedio móvil de 8 horas		No se permite	<b>0.070 ppm</b> <b>Máximo</b>	Al menos 75% de los promedios móviles de ocho horas (DOF, 2014b)	

<sup>a</sup> En el caso del ozono en los numerales 5.2.3.1 y 5.2.3.2 de la NOM se especifica que aún en el caso en el que no se cumpla el criterio de suficiencia del 75% de los valores horarios o de los promedios móviles de 8 horas, se incumplirá la norma cuando: al menos uno de los valores horarios sea mayor a 0.095 ppm o al menos uno de los valores de los promedios móviles de 8 horas sea mayor a 0.070 ppm.

Las NOM para partículas y ozono especifican que el cumplimiento de los límites de concentración de estos contaminantes debe evaluarse por estación de monitoreo. En el documento, los resultados se presentan a través de gráficas de dispersión donde cada símbolo corresponde a una estación de monitoreo y como referencia un par de líneas que especifican los límites normados y que permite identificar cuando se rebasa o no tal valor. La Figura 3.2 ilustra el tipo de gráfico empleado para realizar la evaluación de cumplimiento de norma. Los símbolos en color verde indican que se cumplió con la norma. Por el contrario, los símbolos en color rojo indican que no se cumplió con ésta al rebasarse al menos uno de los dos límites normados.

**Figura 3.2. Representación gráfica de la evaluación del cumplimiento de los límites normados.**



Cabe destacar que en el Informe se presenta, en cada capítulo, sólo la evaluación del cumplimiento de los límites por estación de monitoreo. Sin embargo, para aquellos interesados en un dato representativo de toda una ciudad o zona metropolitana y debido a que en las NOM de calidad del aire no se especifica cómo evaluar el cumplimiento de los límites a dicha escala, se sugiere seguir los lineamientos y recomendaciones que utiliza la USEPA para evaluar el cumplimiento de sus normas de calidad del aire en regiones o áreas específicas (CFR, 2014; USEPA, 1998). De acuerdo con esta Agencia, la evaluación del cumplimiento de las normas a escala metropolitana o de ciudad se lleva a cabo calculando un dato representativo a partir de los datos calculados en cada estación de monitoreo. Se considera que el dato que representa las condiciones de la calidad del aire en esta escala es el valor más alto de los indicadores calculados para cada una de las estaciones de monitoreo. Esto es, si en una estación de monitoreo no se cumple con la norma, se considera que en la ciudad o zona metropolitana tampoco se cumple y el valor representativo del incumplimiento corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad. Un ejercicio de esta naturaleza se incluye en el resumen ejecutivo de este informe (Tabla RE1).

Las normas de partículas y ozono presentan de manera muy clara el manejo de datos para generar los indicadores con los que se evalúa el cumplimiento de sus respectivos límites (DOF, 2014a; DOF, 2014b). A continuación se describen brevemente tales procedimientos.

#### **Manejo de datos para evaluar cumplimiento de la Norma de partículas suspendidas.**

Las concentraciones horarias o de muestreos manuales que se reportaron con más de una cifra significativa se redondearon a números enteros de acuerdo al siguiente criterio: si el primer decimal fue un número entre 0 y 4, el valor entero no se incrementó; si fue mayor, se incrementó al número inmediato superior. Las concentraciones promedio de 24 horas, así como los promedios trimestrales y anuales se redondearon a números enteros de acuerdo al criterio anterior.

Los criterios de compleción de datos que se aplicaron para asegurar la representatividad de las concentraciones de partículas se describen a continuación:

*Promedio de 24 horas:* para su cálculo se requirió un mínimo de 75% de las concentraciones horarias válidas (18 registros) en un día.

*Máximo y promedio anual:* para su cálculo se requirió de un mínimo de datos en el año. Este mínimo se evaluó a partir de la cantidad de muestras de 24 horas válidas obtenidas en cada uno de los cuatro trimestres del año. Para cada trimestre se requirió un mínimo de 75% de muestras válidas. En los sitios donde el monitoreo no se realizó de manera continua, se tomó como base el número de muestreos manuales calendarizados para dicho periodo. Si la cantidad de muestras fue menor se invalidó el trimestre correspondiente. Para la validación del año fue necesario contar con al menos tres trimestres válidos, en caso contrario no se evaluó el cumplimiento de la Norma.

#### **Límite de 24 horas.**

1. Si se partió de concentraciones horarias se calcularon los promedios de 24 horas de cada día del año aplicando el criterio de completación descrito anteriormente. En el caso de los muestreos manuales, cada muestra se considera como el dato del día.
2. A partir de los promedios de 24 horas (concentraciones diarias) calculados en el paso anterior se identificó la concentración máxima registrada en el año.

#### **Límite anual.**

1. Cuando se partió de concentraciones horarias se calcularon los promedios de 24 horas de cada día del año aplicando el criterio de completación descrito anteriormente. En el caso de los muestreos manuales, cada muestra se considera como el dato del día.
2. A partir de los promedios de 24 horas del paso anterior se calcularon los promedios de cada uno de los cuatro trimestres del año. El cálculo del promedio de cada trimestre se lleva a cabo, sólo si se cumple el criterio de completación descrito anteriormente. Los trimestres que no cumplieron con el criterio de completación se invalidan.
3. A partir de los promedios trimestrales calculados en el paso anterior, se calcula el promedio anual. Dicho promedio se obtiene sólo en el caso de contar con al menos tres trimestres válidos en el año.

#### **Evaluación de cumplimiento de NOM (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>).**

##### **PM<sub>10</sub>**

- a) Un sitio cumplió con el límite de 24 horas de PM<sub>10</sub> cuando el máximo registrado en el año es menor o igual que 75 µg/m<sup>3</sup>.

- b) Un sitio cumplió con el límite anual de las  $PM_{10}$  cuando el promedio anual fue menor o igual que  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- c) Un sitio cumple con lo establecido en la Norma para  $PM_{10}$  si cumple con los límites de 24 horas y anual.

#### **$PM_{2.5}$**

- a) Un sitio cumplió con el límite de 24 horas de las  $PM_{2.5}$  cuando el máximo registrado en el año es menor o igual que  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- b) Un sitio cumplió con el límite anual de las  $PM_{2.5}$  cuando el promedio anual fue menor o igual que  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- c) Un sitio cumple con lo establecido en la Norma para  $PM_{2.5}$  si cumple con los límites de 24 horas y anual.

En adición a lo descrito con respecto al manejo de datos, es oportuno señalar que en la mayoría de los SMCA incluidos en esta publicación se miden las partículas sólo con un tipo de equipo, automático o manual. Sin embargo, también hay estaciones de monitoreo donde la medición se hace con ambos tipos de equipo.

Debido a que en México no existen especificaciones sobre cuáles datos utilizar para evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente para las  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  cuando se cuenta con ambos tipos de medición, en el análisis realizado por el INECC se dio preferencia a los datos obtenidos en el muestreo manual. Se utilizó este criterio en congruencia con las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) sobre el uso de los datos provenientes de la red manual, pues se considera que la calidad de dichos datos es mejor en relación con la precisión y el sesgo, amén de un mejor control en el laboratorio, en términos de temperatura y humedad (Código Federal de Regulaciones -CFR 40- Partes 50, 53 y 58). Cuando los datos obtenidos en el muestreo manual no cumplieron con los criterios de suficiencia de información para evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente se usaron los datos obtenidos del equipo automático. Lo anterior con el fin de lograr una mayor cobertura espacial en dicha evaluación.

#### **Manejo de datos para evaluar el cumplimiento de la Norma de $O_3$**

Las concentraciones horarias que no se reportaron en partes por millón (ppm) y/o con 3 cifras decimales significativas, se convirtieron a ppm y en caso de tener 4 o más cifras se aplicó el

redondeo siguiente: si la cuarta cifra fue un número entre 0 y 4, la tercera cifra decimal no se incrementó; pero si fue mayor, la tercera cifra decimal se incrementó al número inmediato superior. Las concentraciones de los promedios móviles de 8 horas de O<sub>3</sub> se reportaron con tres cifras decimales de acuerdo al criterio descrito anteriormente.

#### **Límite de 1 hora.**

1. A partir de las concentraciones horarias validas se identificó la concentración máxima en el año, aplicando el criterio de completión de al menos el 75% de las concentraciones horarias en el año, esto es: al menos 6,570 registros. Sin embargo, en los casos en que se tuvieron menos del 75% de los registros en el periodo pero al menos una de las concentraciones horarias fue mayor que 0.095 ppm, se reportó ésta como la concentración máxima anual.

#### **Límite de 8 horas.**

1. Para cada una de las horas del año se calculó su correspondiente promedio móvil de 8 horas, aplicándose el criterio de completión de al menos 6 horas con concentraciones horarias válidas.
2. A partir de los promedios móviles de 8 horas calculados en el punto anterior, se identificó la concentración máxima anual, siempre y cuando se hubiese contado con al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas, esto es, al menos 6,570 registros en el año. Sin embargo, en los casos en los que se tuvieron menos del 75% de los registros en el periodo pero al menos una de las concentraciones de los promedios móviles de 8 horas fue mayor que 0.070 ppm, se reportó ésta como la concentración máxima anual.

#### **Evaluación de cumplimiento de NOM (O<sub>3</sub>).**

- a) Un sitio de monitoreo cumple con el límite de 1 hora cuando cada una de las concentraciones horarias es menor o igual que 0.095 ppm. En caso de que se tenga menos del 75% de los registros en el periodo y al menos una de las concentraciones horarias es mayor que 0.095 ppm, se incumple la Norma.
- b) Un sitio de monitoreo cumple con el límite del promedio móvil de 8 horas cuando el valor máximo anual es menor o igual a 0.070 ppm. En caso de que se tenga menos del 75% de los

registros en el periodo y al menos una de las concentraciones de los promedios móviles de 8 horas es mayor que 0.070 ppm, se incumple la Norma.

- c) Un sitio de monitoreo cumple con la Norma si acata los dos valores límite.

### 3.2.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

El cálculo de esta distribución se generó a partir de los datos diarios (Tabla 3.2). Como puede observarse, en los tres contaminantes analizados se utilizó el criterio de suficiencia de 75% de los datos, tal como se especifica en las normas de calidad del aire para las partículas y el ozono (DOF, 2014a; DOF, 2014b).

**Tabla 3.2 Datos diarios y criterios de suficiencia utilizados para la generación del indicador sobre distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.**

Contaminante	Dato diario	Criterio de suficiencia de información para el cálculo de los datos diarios
PM <sub>10</sub>	Promedio de 24 horas	Al menos el 75% de los datos horarios (DOF, 2014a)
PM <sub>2.5</sub>	Promedio de 24 horas	Al menos el 75% de los datos horarios (DOF, 2014a)
O <sub>3</sub>	Máximo horario en un día	Al menos el 75% de los datos (DOF, 2014b)

Se definió la calidad de aire de cada día de acuerdo con el dato diario obtenido, a saber:

- **Días con calidad del aire buena:** cuando el dato diario obtenido se ubica en el intervalo definido entre cero y la mitad del límite respectivo especificado en las NOM de salud.
- **Días con calidad del aire regular:** cuando el dato diario obtenido se ubica en el intervalo definido entre la mitad del límite respectivo especificado en la NOM de salud y el límite mismo.
- **Días con mala calidad del aire:** cuando el dato diario obtenido rebasa el límite especificado en la NOM respectiva.

La Tabla 3.3 se muestran el color y calificativo asociado a cada intervalo, así como la definición de los intervalos por contaminante.

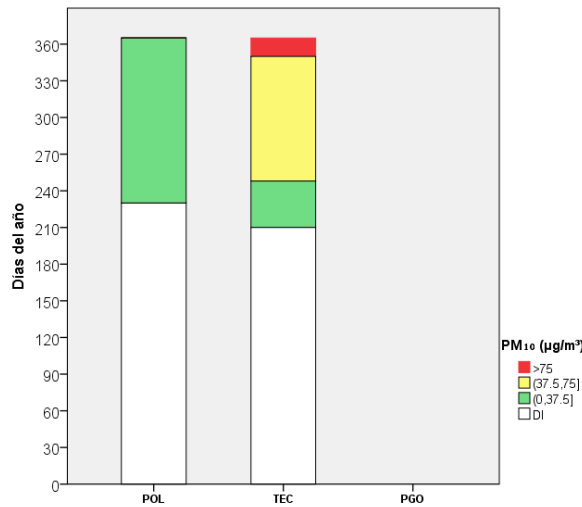
**Tabla 3.3 Color, calificativo e intervalos de concentración por contaminante.**

Color	Calificativo de la calidad del aire	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> ppm
Verde	Buena	(0, 37.5]	(0, 22.5]	(0, 0.0475]
Amarillo	Regular	(37.5, 75]	(22.5, 45]	(0.0475, 0.095]
Rojo	Mala	> 75	> 45	> 0.095



La distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala se obtuvo por estación de monitoreo para cada SMCA y se representa mediante una gráfica de barras acumulada, en la que cada barra representa un año completo de información que se llena con los colores descritos con antelación. En las barras, el espacio en blanco indica que no se contó con información suficiente para determinar la calidad del aire en ese día, mientras que los espacios vacíos (sin barra) indican que no se realizaron mediciones en esa estación de monitoreo (Figura 3.3). Esto es, el indicador califica la situación que se vivió en cada uno de los días del año en cada estación de monitoreo, de tal forma que para el año 2016 los 366 días quedan agrupados en la descripción de cada barra.

**Figura 3.3 Ejemplo de la representación gráfica de la distribución de días con calidad del aire buena, regula y mala.**



### 3.2.2.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores a los límites normados por ciudad y zona metropolitana.

El cálculo del porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se generó a partir de los datos diarios representativos de una ciudad o zona metropolitana definidos para el indicador anterior.

Esto es, si en una estación de monitoreo la concentración del dato diario es superior al límite, se considera que en la ciudad o zona metropolitana la concentración también es superior y el valor representativo corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana de ese día.

El porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en el año 2016 se estimó a partir de los datos diarios representativos que fue posible generar en el año ya fuera de monitoreo automático o manual .

A diferencia del indicador anterior donde la calidad del aire de cada uno de los 366 días del año, o de cada uno de los días con muestreos manuales posibles en un año, es calificada como buena, regular, mala o con información insuficiente, este indicador muestra el porcentaje de días con mala calidad del aire (concentraciones superiores a los límites normados), sobre la base del número de días del año que contó con datos válidos y suficientes.

El objetivo de este indicador es mostrar el porcentaje de días con mala calidad del aire sobre la base del número de días con mediciones válidas más que sobre el número total de días del año. Por ejemplo, suponiendo que en una ciudad que cuenta con monitoreo automático de ozono se reportan datos diarios válidos sólo para 200 días y 50 de ellos corresponden a días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, el indicador sobre “días con calidad del aire buena, regular y mala” indicaría que en 50 de los 366 días del año, aproximadamente 14% de los días del año, hubo mala calidad del aire, mientras que este indicador señalaría que el 25% de los días con mediciones válidas (50/200) registraron mala calidad del aire. Cada indicador aporta diferente información y puede ser usada para diferentes propósitos.

## 4. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN MÉXICO.

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012. Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire (DOF, 2012), especifica las condiciones mínimas que deben ser observadas para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA), indicando que tales condiciones rigen en todo el territorio nacional y son de observancia obligatoria para los gobiernos locales, según corresponda, en aquellas zonas o centros de población que cuenten con alguna de las siguientes condiciones:

- Zonas metropolitanas;
- Asentamientos humanos con más de quinientos mil habitantes;
- Asentamientos humanos con emisiones superiores a veinte mil toneladas anuales de contaminantes criterio primarios a la atmósfera;
- Conurbaciones; y,
- Actividad industrial que por sus características se requiera del establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire y/o de muestreo de contaminantes atmosféricos.

Tomando en cuenta estos criterios generales, un análisis realizado por el INECC para determinar en cuántas y en cuáles ciudades mexicanas sería necesaria la implementación y operación de un SMCA se encontró que:

1. De acuerdo con CONAPO, INEGI y SEDESOL (CONAPO, INEGI y SEDESOL, 2012), se define como zona metropolitana al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica. También se incluyen a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas de las zonas metropolitanas en cuestión.

Adicionalmente, se define como zonas metropolitanas a todos aquellos municipios que contienen una ciudad de un millón o más habitantes, así como aquellos con ciudades de 250 mil o más habitantes que comparten procesos de conurbación con ciudades de Estados Unidos de América.

Bajo estos principios, en México se ha identificado la existencia de 59 zonas metropolitanas (CONAPO, INEGI y SEDESOL, 2012) y de ellas, a diciembre de 2016, sólo en 42 se realiza monitoreo de la calidad del aire, quedando pendiente de implementar esta actividad en 17 (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1 Zonas metropolitanas de México con y sin monitoreo de la calidad del aire a diciembre de 2016.**

Zonas metropolitanas CON monitoreo		Zonas metropolitanas SIN monitoreo
1. Aguascalientes	22. Morelia	1. Acayucan
2. Tijuana	23. Cuernavaca	2. Cancún
3. Mexicali	24. Cuautla	3. Coatzacoalcos
4. La Laguna	25. Tepic	4. Córdoba
5. Saltillo	26. Monterrey	5. Guaymas
6. Monclova-Frontera	27. Oaxaca	6. Ocotlán
7. Piedras Negras	28. Puebla-Tlaxcala	7. Orizaba
8. Colima-Villa de Álvarez	29. Querétaro	8. La Piedad-Pénjamo
9. Tuxtla Gutiérrez	30. San Luis Potosí – Graciano Sánchez	9. Puerto Vallarta
10. Juárez	31. Villahermosa	10. Ríoverde - Ciudad Fernández
11. Chihuahua	32. Tampico	11. Tecomán
12. Valle de México	33. Reynosa-Río Bravo	12. Tehuantepec
13. León	34. Matamoros	13. Tehuacán
14. San Francisco del Rincón	35. Nuevo Laredo	14. Teziutlán
15. Moroleón-Uriangato	36. Tlaxcala-Apizaco	15. Tianguistenco
16. Acapulco	37. Xalapa	16. Veracruz
17. Pachuca	38. Poza Rica	17. Zamora-Jacona
18. Tulancingo	39. Minatitlán	
19. Tula	40. Mérida	
20. Guadalajara	41. Zacatecas – Guadalupe	
21. Toluca	42. Celaya	

2. De los 41 asentamientos humanos, con más de 500,000 habitantes que existen en el país, de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda de 2010 (INEGI, 2011), 38 cuentan con monitoreo de la calidad del aire y tres no (Tabla 4.2). De estos tres asentamientos (Chimalhuacán, Cuautitlán Izcalli y Cancún), dos (Chimalhuacán y Cuautitlán Izcalli) pertenecen a la ZMVM que si cuenta con monitoreo de la calidad del aire.

**Tabla 4.2 Asentamientos humanos con más de 500,000 habitantes con y sin monitoreo de la calidad del aire a diciembre de 2016.**

Asentamientos humanos > 500,000 hab. CON monitoreo		Asentamientos humanos > 500,000 hab. SIN monitoreo
1. Aguascalientes, Ags.	20. Zapopan, Jal.	1. Chimalhuacán, Méx. 2. Cuautitlán Izcalli, Méx. 3. Cancún, QRoo.
2. Mexicali, BC.	21. Ciudad López Mateos, Méx.	
3. Tijuana, BC.	22. Ecatepec de Morelos, Méx.	
4. Saltillo, Coah.	23. Naucalpan de Juárez, Méx.	
5. Torreón, Coah.	24. Cd. Nezahualcóyotl, Méx.	
6. Tuxtla Gutiérrez, Chis.	25. Tlalnepantla, Méx.	

Asentamientos humanos > 500,000 hab. CON monitoreo		Asentamientos humanos > 500,000 hab. SIN monitoreo
7. Chihuahua, Chih.	26. Toluca de Lerdo, Méx.	
8. Ciudad Juárez, Chih.	27. Morelia, Mich.	
9. Coyoacán, CDMX.	28. Ciudad Apodaca, NL.	
10. G. A Madero, CDMX.	29. Guadalupe, NL.	
11. Iztapalapa, CDMX.	30. Monterrey, NL.	
12. A. Obregón, CDMX.	31. Puebla de Zaragoza, Pue.	
13. Tlalpan, CDMX.	32. Santiago de Querétaro, Qro.	
14. Cuauhtémoc, CDMX.	33. San Luis Potosí, SLP.	
15. Victoria, Dgo.	34. Culiacán, Sin.	
16. León, Gto.	35. Hermosillo, Son.	
17. Acapulco, Gro.	36. Matamoros, Tams.	
18. Guadalajara, Jal.	37. Reynosa, Tams.	
19. Tlaquepaque, Jal.	38. Mérida, Yuc.	

3. De acuerdo con el inventario nacional de emisiones de contaminantes criterio del año 2013 (SEMARNAT, 2017), existen en México un total de 99 municipios que superan la emisión anual de 20,000 toneladas de contaminantes criterio primarios (suma de las emisiones de monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y partículas suspendidas con diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros. De ellos, 66 cuentan con monitoreo de la calidad del aire y 33 no (Tabla 4.3).

**Tabla 4.3 Municipios con emisiones superiores a 20,000 ton/año de contaminantes criterio primarios con y sin monitoreo de la calidad del aire a diciembre de 2016.**

Municipios con emisiones > 20,000 ton/año de contaminantes criterio CON monitoreo		Municipios con emisiones > 20,000 ton/año de contaminantes criterio SIN monitoreo
1. Aguascalientes, Ags.	38. Tlalnepantla, Méx.	1. Comondú, BCS.
2. Ensenada, BC.	39. Toluca, Méx.	2. La Paz, BCS.
3. Mexicali, BC.	40. Morelia, Mich.	3. Los Cabos, BCS.
4. Tijuana, BC.	41. Cuernavaca, Mor.	4. Ciudad del Carmen, Camp.
5. Campeche, Camp.	42. Tepic, Nay.	5. Nava, Coah.
6. Monclova, Coah.	43. Guadalupe, NL.	6. Manzanillo, Col.
7. Saltillo, Coah.	44. Monterrey, NL.	7. Ocosingo, Chis.
8. Torreón, Coah.	45. San Nicolás de los Garza, NL.	8. Cuauhtémoc, Chih.
9. Tuxtla Gutiérrez, Chis.	46. Oaxaca, Oax.	9. Guerrero, Chih.
10. Chihuahua, Chih.	47. Puebla, Pue.	10. Janos, Chih.
11. Ciudad Juárez, Chih.	48. Querétaro, Qro.	11. Namiquipa, Chih.
12. Azcapotzalco, CDMX	49. San Luis Potosí, SLP.	12. Chilpancingo, Gro.
13. Coyoacán, CDMX	50. Ahome, Sin.	13. Unión de Isidoro Montes de Oca, Gro.
14. G. A. Madero, CDMX	51. Culiacán, Sin.	14. Lagos de Moreno, Jal.
15. Iztacalco, CDMX	52. Guasave, Sin.	15. Lázaro Cárdenas, Mich.
16. Iztapalapa, CDMX	53. Mazatlán, Sin.	16. Uruapan, Mich.
17. A. Obregón, CDMX	54. Cajeme, Son.	17. Othón P. Blanco, QRoo.
18. Tlalpan, CDMX	55. Hermosillo, Son.	18. Benito Juárez, QRoo.
19. Benito Juárez, CDMX	56. Nogales, Son.	19. Ciudad Valles, SLP.
20. Cuauhtémoc, CDMX	57. Centro, Tab.	20. Tamazunchale, SLP.
21. M. Hidalgo, CDMX	58. Huimanguillo, Tab.	21. Navolato, Sin.

Municipios con emisiones > 20,000 ton/año de contaminantes criterio CON monitoreo		Municipios con emisiones > 20,000 ton/año de contaminantes criterio SIN monitoreo
22. V. Carranza, CDMX	59. Ciudad Madero, Tams.	22. Fronteras, Son.
23. Durango, Dgo.	60. Matamoros, Tams.	23. Nacozari de García, Son.
24. Gómez Palacio, Dgo.	61. Nuevo Laredo, Tams.	24. Navojoa, Son.
25. Celaya, Gto.	62. Reynosa, Tams.	25. Cárdenas, Tab.
26. Irapuato, Gto.	63. Ciudad Victoria, Tams.	26. Cunduacán, Tab.
27. León, Gto.	64. Xalapa, Ver.	27. Altamira, Tams.
28. Salamanca, Gto.	65. Minatitlán, Ver.	28. Río Bravo, Tams.
29. Acapulco, Gro.	66. Mérida, Yuc.	29. Valle Hermoso, Tams.
30. Pachuca, Hgo.		30. Coatzacoalcos, Ver.
31. Tula, Hgo.		31. Tuxpan, Ver.
32. Guadalajara, Jal.		32. Veracruz, Ver.
33. Tlaquepaque, Jal.		33. Fresnillo, Zac.
34. Tonalá, Jal.		
35. Zapopan, Jal.		
36. Ecatepec, Méx.		
37. Naucalpan, Méx.		

4. Bajo el criterio de conurbaciones<sup>3</sup>, el Catálogo del Sistema Urbano Nacional 2012, elaborado por CONAPO identifica la existencia de 78 conurbaciones en el país (CONAPO, SEDESOL, SEGOB, 2012). De ellas, sólo nueve cuentan con monitoreo de la calidad del aire, quedando 69 pendientes de implementar esta actividad (Tabla 4.4).

**Tabla 4.4 Conurbaciones con y sin monitoreo de la calidad del aire a diciembre de 2016.**

Conurbaciones CON monitoreo	Conurbaciones SIN monitoreo	
1. Ensenada, BC.	1. Cabo San Lucas, BCS.	36. Ocotlán, Oax.
2. Campeche, Camp.	2. San José del Cabo, BCS.	37. Puerto Escondido, Oax.
3. Guanajuato, Gto.	3. Nueva Rosita – Cloete, Coah.	38. San Francisco Telixtlahuaca, Oax.
4. Irapuato, Gto.	4. Manzanillo, Col.	39. San Juan Tuxtepec, Oax
5. San Luis de la Paz, Gto.	5. Tapachula de Córdoba – Ordoñez, Chis.	40. Acatzingo, Pue.
6. Tepeji, Hgo.	6. Atlacomulco, Méx.	41. Atempan, Pue.
7. Cd. Sahagún – Tepeapulco, Hgo.	7. Los Baños, Méx.	42. Atencingo-Chietla, Pue.
8. Cd Obregón, Son.	8. San Nicolás Guadalupe, Méx.	43. Ciudad de Ajalpan, Pue.
9. Paraíso, Tab.	9. Santo Domingo de Guzmán, Méx.	44. Ciudad Chignahuapan, Pue.
	10. Temascalcingo de Degollado, Méx.	45. Huauchinango, Pue.
	11. Tenancingo, Méx.	46. Jalacingo – San Juan Xiutetelco, Pue.
	12. Tenango de Arista, Méx.	47. Nopalucan de la Granja, Pue.
	13. Apaseo el Grande, Gto.	48. Nvo. Necaxa-Tenango, Pue.
	14. Salvatierra, Gto.	49. Palmarito Tochapán, Pue.
	15. Atoyac de Álvarez, Gro.	50. Tecamachalco, Pue.

<sup>3</sup> Conurbación: es una conformación urbana resultado de la continuidad física entre dos o más localidades geo estadísticas o centros urbanos, constituyendo una sola unidad urbana de por lo menos 15 mil habitantes (CONAPO, SEDESOL, SEGOB, 2012).

Conurbaciones CON monitoreo	Conurbaciones SIN monitoreo	
	16. Chilpancingo, Gro.	51. Tepeaca, Pue.
	17. Cd Altamirano – Riva Palacios, Gro.	52. Zacapoaxtla, Pue.
	18. Tecpan de Galeana, Gro.	53. Zacatlán, Pue.
	19. Actopan, Hgo.	54. Chetumal, Q Roo.
	20. Huejutla de Reyes, Hgo	55. Juan José Ríos, Sin.
	21. Ixmiquilpan, Hgo.	56. Esperanza, Son.
	22. Mixquiahuala-Progreso, Hgo	57. Cárdenas, Tab.
	23. Tetepango - Ajacuba, Hgo.	58. Comalcalco, Tab.
	24. Tezontepec, Hgo.	59. Macuspana, Tab.
	25. Ajijic, Jal.	60. Huamantla, Tlax.
	26. Jocotepec, Jal.	61. Agua Dulce, Ver.
	27. La Barca – Briseñas, Jal.	62. Álamo, Ver.
	28. Yurécuaro-La Ribera, Mich.	63. Cosamaloapan, Ver.
	29. Cd. Lázaro Cárdenas, Mich.	64. José Cardel, Ver.
	30. Uruapan, Mich.	65. Martínez de la Torre, Ver.
	31. Zinapécuaro, Mich.	66. Naranjos, Ver.
	32. Zitácuaro, Mich.	67. Tuxpam, Ver.
	33. Jojutla-Tlalquitenango, Mor.	68. Progreso, Yuc.
	34. Tuxpan, Nay.	69. Fresnillo, Zac.
	35. Matías Romero, Oax.	

5. Finalmente, bajo el criterio de ciudades con actividad industrial que por sus características podrían requerir monitoreo de calidad del aire, se recurrió al análisis de las zonas críticas, las cuales de acuerdo con la NOM-085-SEMARNAT-2011 (Contaminación atmosférica.- Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición), son aquellas que por las condiciones topográficas y meteorológicas de la región en la que se ubican se dificulta la dispersión o se registran altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera (DOF, 2012).

En dicha NOM se reconocen como zonas críticas a: 1). Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG); 2). Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM); 3). Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM); 4). Corredor industrial Coatzacoalcos-Minatitlán; 5). Corredor Irapuato-Celaya-Salamanca; 6). Corredor industrial Tula-Vito-Asasco; 7). Corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira; 8). Municipio de Ciudad Juárez; y, 9). Área integrada por los municipios de Tijuana y Rosarito. A diciembre de 2016 todos esos sitios cuentan con infraestructura para el monitoreo de la calidad del aire.

Como se puede observar, dependiendo del criterio aplicado el número de localidades que deberían contar con monitoreo de la calidad del aire varía, siendo el criterio más exigente el de la emisión de 20,000 toneladas anuales de contaminantes criterio primarios. Bajo este criterio, de acuerdo con el

Inventario Nacional de Emisiones del año 2013, habría 99 municipios que deberían contar con infraestructura para el monitoreo de la calidad del aire; sin embargo, esto ocurre sólo en 66 de ellos. Así mismo, bajo el criterio de conurbación aunque son menos las localidades que demandarían monitoreo (78), es mayor la cantidad de localidades que aún no implementan esta actividad (69).

Como resultado general de este ejercicio se ha identificado la necesidad de actualizar la NOM-156-SEMARNAT-2012 a fin de especificar o clarificar los criterios ahí definidos para determinar la necesidad o no de implementar el monitoreo de la calidad del aire en una región determinada. Por ejemplo:

1. En el caso de las zonas metropolitanas, existen municipios o delegaciones que aun formando parte de una zona metropolitana no tienen monitoreo en su territorio y no queda claro si se debe asumir o no el cumplimiento de la norma bajo este criterio. En el caso del análisis que aquí se presenta se asume que hay cumplimiento de la norma si en cualquier punto del territorio que conforma un área metropolitana existe al menos una estación de monitoreo. Esto, independientemente de si la cantidad de estaciones de monitoreo existentes son suficiente o no para caracterizar la calidad del aire en toda la región.
2. Con respecto a los asentamientos humanos con más de 500 mil habitantes, se encontró que existen dos asentamientos con una población superior a este umbral y que no cuentan con monitoreo de la calidad del aire, sin embargo, ambos pertenecen a una zona metropolitana que si tiene monitoreo, quedando la duda entonces sobre si se cumple o no con la Norma. En el ejercicio que aquí se presenta se evaluaron los criterios de forma independiente y por lo tanto se asumió incumplimiento de la Norma en estos dos asentamientos bajo este criterio.
3. El criterio sobre asentamientos humanos con emisiones superiores a 20,000 toneladas anuales de contaminantes criterio primarios presenta la dificultad de poder establecer las emisiones con una resolución espacial mayor o menor a un municipio. Por definición un asentamiento humano puede ocupar territorialmente un espacio mayor o menor al de un municipio; sin embargo, la resolución espacial máxima con la que se ha reportado hasta ahora el inventario nacional de emisiones en México es a nivel municipal y por ello el análisis aquí realizado usó esa unidad territorial para poder evaluar el criterio sobre emisiones.



4. La Norma no incluye ninguna definición de conurbación, por lo que para realizar el análisis bajo este concepto se hizo uso de las conurbaciones definidas por el INEGI; sin embargo, ello condujo a la identificación de localidades con poblaciones menores a 2,500 habitantes o ligeramente mayores a este umbral pero de carácter netamente rural que requerirían de la instalación de equipos de monitoreo. Dados los costos y las necesidades asociadas a la gestión de una estación de monitoreo de la calidad del aire, tal vez sería conveniente definir criterios adicionales al de conurbación para definir de una manera más costo-efectiva las necesidades de monitoreo de una localidad bajo este concepto.
  
5. El criterio sobre “Actividad industrial que por sus características requiera del establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire y/o de muestreo de contaminantes atmosféricos” es difícil de evaluar porque en la norma no se especifica ni se refieren criterios que clarifiquen cuándo es necesario llevar a cabo el monitoreo de la calidad del aire en zonas con actividad industrial. Ante esta ambigüedad y a efecto de poder realizar el análisis de la Norma con respecto a este criterio, se asumió que la definición de zonas críticas que se hace en la NOM-085-SEMARNAT-2011 (Contaminación atmosférica.- Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición), podría ser un buen indicador para llevar a cabo el análisis ya que además de referir criterios específicos como condiciones topográficas y meteorológicas que dificulten la dispersión de contaminantes o que registran altas concentraciones de contaminantes en la atmósfera, hace una identificación de tales sitios. En cualquier caso, es clara la necesidad de puntualizar los criterios a emplear dentro de la misma norma para evaluar su cumplimiento bajo este concepto.

## 5. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE BAJA CALIFORNIA.

### 5.1 Información general.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Baja California, a cargo de la Secretaría de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo integrado en 2016 por las redes de monitoreo de Mexicali y Tijuana, así como por las estaciones de monitoreo de Ensenada, Playas de Rosarito y Tecate. La Tabla 5.1 muestra las capacidades de medición de contaminantes en cada estación de monitoreo y el año en que cada una de éstas inició su operación. Asimismo, la Figura 5.1, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo que conformaron este sistema en el año referido.

**Tabla 5.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Mexicali	CONALEP	SPABC11	Man. 2004	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	UABC	SPABC12	Aut. 2004	☒	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 2004	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	COBACH	SPABC14	Aut. 2004	☒	✓	✓	☒	✓	✓
			Man. 2004	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Progreso	SPABC15	Man. 2004	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	CESPM	SPABC19	Aut. 2011	☒	✓	✓	☒	✓	✓
			Man. 2011	✓	☒	☒	☒	☒	☒
UPBC	SPABC22	Aut. 2012	☒	☒	✓	☒	✓	✓	
Tijuana	ITT	SPABC01	Aut. 2004	☒	☒	✓	☒	☒	✓
			Man. 1995	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Laboratorio	SPABC21	Aut. 2011	☒	✓	✓	☒	✓	✓
			Man. 2011	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	La Mesa	SPABC03	Aut. 2004	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 1996	✓	☒	☒	☒	☒	☒
COLEF	SPABC16	Man. 2004	✓	☒	☒	☒	☒	☒	
Ensenada, Playas de Rosarito y Tecate	Secundaria (Ensenada)	SPABC20	Aut. 2011	☒	✓	✓	☒	✓	✓
			Man. 2011	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Rosarito (Playas de Rosarito)	SPABC04	Aut. 2005	✓	☒	✓	✓	✓	✓
			Man. 1996	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Tecate (Tecate)	SPABC23	Aut. 2004	☒	✓	✓	☒	✓	✓
			Man. 2004	✓	☒	☒	☒	☒	☒

Aut. = Equipo automático.

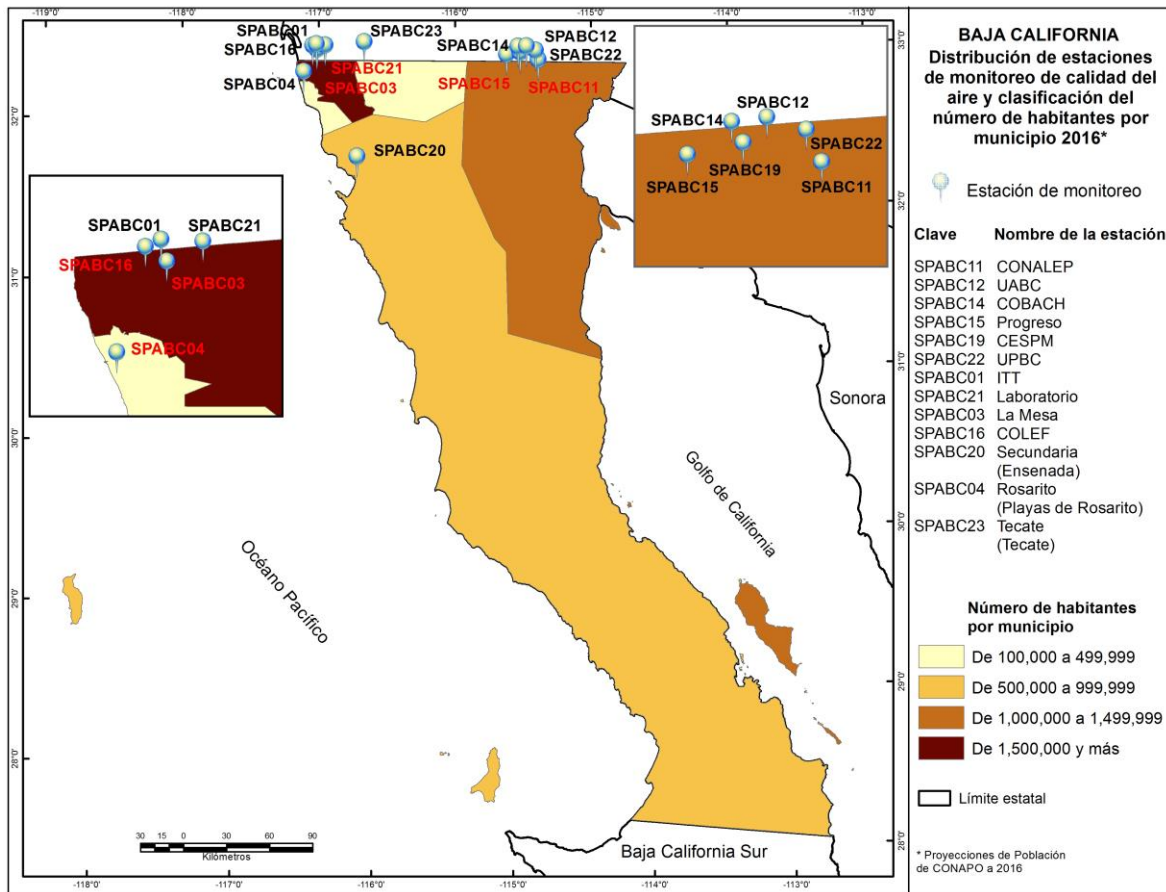
Man. = Equipo manual.

☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Baja California.

Figura 5.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Baja California, 2016.



## 5.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

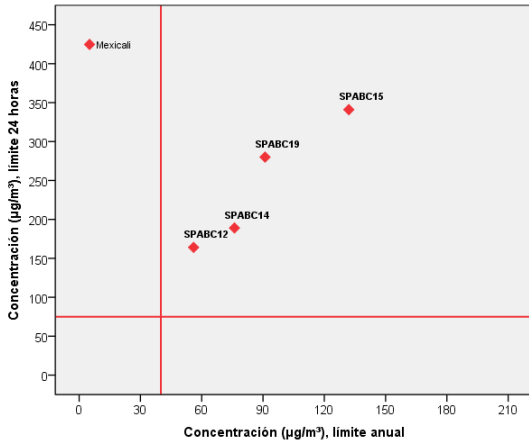
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Baja California para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 5.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Baja California. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

#### *Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

Límite de 24 horas ( $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea horizontal)  
Límite anual ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea vertical)



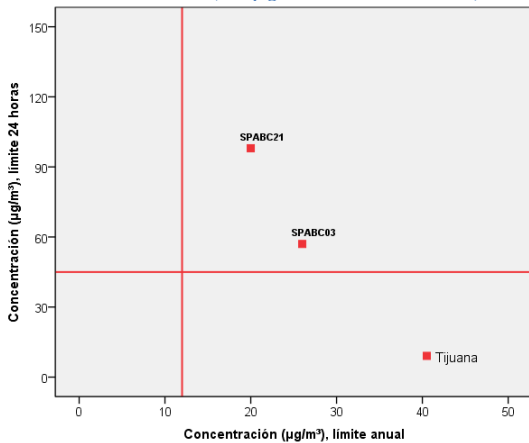
SPABC12 – UABC, Mexicali  
SPABC14 – COBACH, Mexicali  
SPABC15 – Progreso, Mexicali  
SPABC19 – CESP, Mexicali

En 2016 los límites normados de  $\text{PM}_{10}$  se rebasaron en todas las estaciones de monitoreo que midieron este contaminante en la ciudad de Mexicali. En Tijuana ninguna estación de monitoreo generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de Norma y en Tecate, Rosarito y Ensenada los equipos estuvieron fuera de operación por falta de refacciones para su mantenimiento.

La concentración más alta, tanto como promedio de 24 horas como anual, se registró en SPABC15 (Progreso) con  $341 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. El primero equivale a 4.5 veces el valor normado y el segundo a 3.3 veces el límite respectivo.

### Partículas Suspensas – $\text{PM}_{2.5}$

Límite de 24 horas ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea horizontal)  
Límite anual ( $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea vertical)

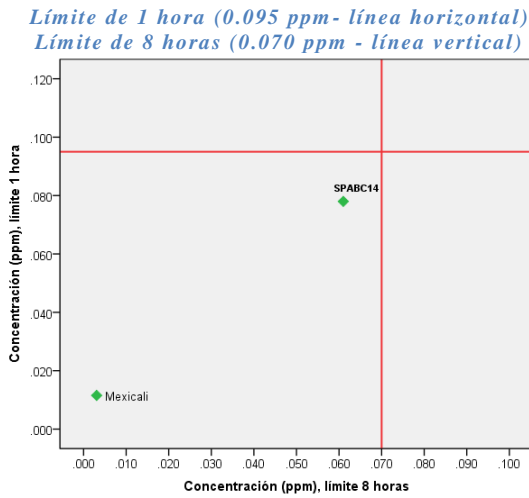


SPABC03 – La Mesa, Tijuana  
SPABC21 – Laboratorio, Tijuana

Las  $\text{PM}_{2.5}$  sólo se midieron en 2 estaciones de Tijuana y en ambas se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual).

La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en la estación SPABC21 (Laboratorio) y fue de  $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en tanto que el promedio anual más alto ocurrió en la estación SPABC03 (La Mesa) y fue de  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Ambas concentraciones son equivalentes a poco más de dos veces el límite normado correspondiente.

### Ozono – $\text{O}_3$



SPABC14 – COBACH, Mexicali

El ozono sólo fue medido en dos estaciones, una en Mexicali (SPABC14-COBACH) y otra en Tijuana (SPABC03-La Mesa); sin embargo, sólo en la primera se generó información suficiente para poder evaluar el cumplimiento de norma y el resultado de dicho análisis fue favorable pues los máximos de 1 y 8 horas que se registraron a lo largo del año se ubicaron por debajo de los límites normados.

La Tabla 5.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se aprecia que la evaluación de cumplimiento de Norma de  $PM_{10}$  sólo fue posible en Mexicali, en tanto que para  $PM_{2.5}$  esto sólo se pudo hacer en Tijuana. En ambas ciudades se incumplió con la norma respectiva. El ozono sólo se pudo evaluar en una estación de monitoreo de Mexicali y las concentraciones observadas se mantuvieron por debajo de los límites normados de 1 y 8 horas.

Destaca también la gran cantidad de estaciones de monitoreo que se mantuvieron fuera de operación durante el año 2016, lo cual impidió conocer el estado de la calidad del aire con respecto a los tres contaminantes considerados en este documento ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y ozono) en ciudades como Ensenada, Rosarito y Tecate. En Tijuana no fue posible hacer un diagnóstico con respecto a  $PM_{10}$  y ozono y en Mexicali con respecto a las  $PM_{2.5}$

**Tabla 5.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Baja California, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Mexicali						Tijuana				Ensenada	Rosarito	Tecate
			SPABC11	SPABC12	SPABC14	SPABC15	SPABC19	SPABC22	SPABC01	SPABC21	SPABC03	SPABC16	SPABC20	SPABC04	SPABC23
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	FO	164	189	341	280	∞	DI	DI	DI	FO	FO	FO	FO
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	FO	56	76	132	91	∞	DI	DI	DI	FO	FO	FO	FO
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	∞	FO	FO	∞	FO	∞	∞	98	57	∞	FO	∞	FO
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	∞	FO	FO	∞	FO	∞	∞	20	26	∞	FO	∞	FO
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	∞	FO	0.078	∞	FO	FO	FO	FO	DI	∞	FO	FO	FO
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	∞	FO	0.061	∞	FO	FO	FO	FO	DI	∞	FO	FO	FO

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación.

∞ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

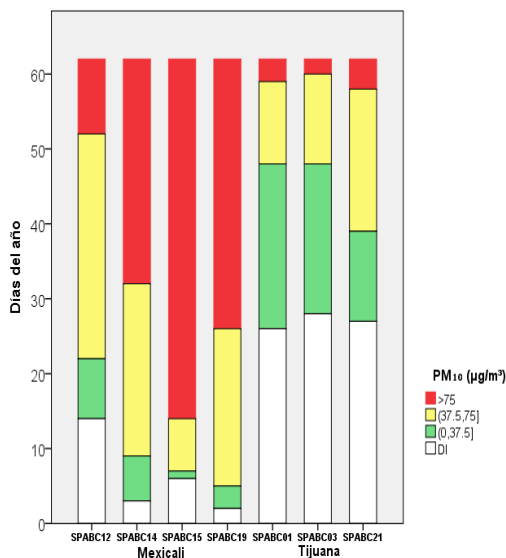
### 5.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo, en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

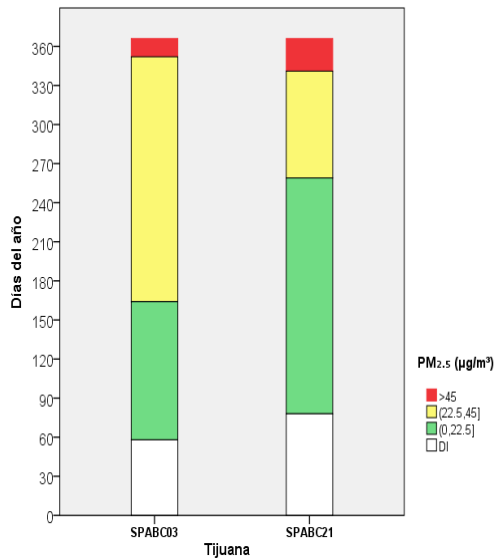
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, dirjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



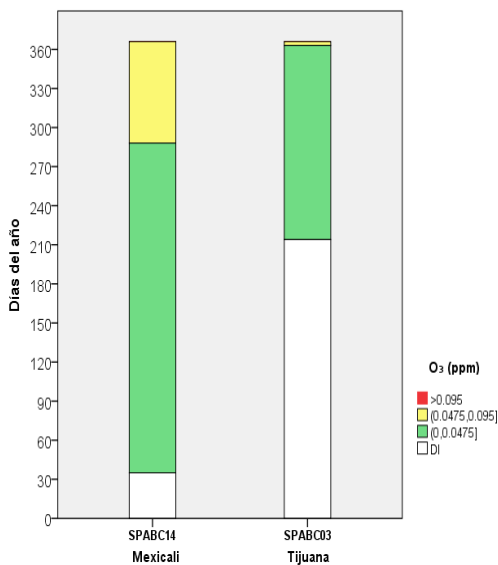
En la figura se puede observar que en todas las estaciones de monitoreo tanto de Mexicali como de Tijuana se registraron días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub>, lo que indica que se trata de un problema generalizado en ambas ciudades. Esto a pesar de que en el caso de Tijuana no se pudo establecer incumplimiento de Norma debido a la escasez de información. También destaca que en Mexicali es más frecuente que en Tijuana la ocurrencia de días en esta condición. En la figura la escala sólo llega a 60 porque los datos analizados provienen del monitoreo manual que se realiza cada 6 días.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



Las PM<sub>2.5</sub> sólo se midieron en dos estaciones de monitoreo de Tijuana y en ambas se registraron días con mala calidad del aire; en una de ellas (SPABC03 - La Mesa) 14 días y en otra (SPABC21 - Laboratorio) 25 días, lo que representa el 4% y el 7% de los días del año, respectivamente. En la estación Laboratorio (SPABC21) los días más frecuentes fueron aquellos con calidad del aire regular (amarillo), en tanto que en La Mesa (SPABC03) lo fueron los días con buena calidad del aire (verde).

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



Este indicador se pudo generar sólo para las estaciones de monitoreo SPABC14 de Mexicali y SPABC03 de Tijuana. En ninguna de ellas se registraron concentraciones horarias superiores al límite normado de ozono. En Mexicali además dominaron claramente los días con buena calidad del aire por ozono con un total de 253, en tanto que en Tijuana dominaron los días en los que no se contó con información suficiente para generar el indicador con un total de 214.

A nivel de ciudad, la Tabla 5.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Esta estimación fue hecha sobre la base del número de días o muestreos con información válida y suficiente en 2016. La escasa información disponible indica que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire (que significan concentraciones por arriba del límite de norma), tanto en Mexicali como en Tijuana, son las PM<sub>10</sub>, siendo especialmente



evidente en el caso de Mexicali, en donde poco más del 80% de los días con información válida para la ciudad indican esta condición.

**Tabla 5.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>**</sup>			O <sub>3</sub> <sup>**</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Mexicali	61	51	84%	FO	FO	FO	331	0	0%
Tijuana	43	9	21%	351	36	10%	152	0	0%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo manual.

\*\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*El SMCA de Baja California cuenta con un total de 13 estaciones de monitoreo. De todas ellas, en 2016 seis se encontraron fuera de operación por falta de recursos suficientes para su correcto mantenimiento; en seis fue posible evaluar el cumplimiento de Norma de al menos un contaminante y en una más no se generó información suficiente para ello.*

*La falta de información impidió diagnosticar la calidad del aire en las ciudades de Tecate, Rosarito y Ensenada por segundo año consecutivo.*

*Los resultados de la evaluación de cumplimiento de Norma con la información disponible indican el incumplimiento de las normas de PM<sub>10</sub> en Mexicali y de PM<sub>2.5</sub> en Tijuana, siendo particularmente preocupante la situación de Mexicali por la cantidad de días del año en que se rebasa el límite normado de 24 horas.*

*El indicador de número de días con calidad del aire buena, regular y mala hace evidente la existencia de problemas de calidad del aire por PM<sub>2.5</sub> en Tijuana. Esto, a pesar de que no se refleje en el incumplimiento de la Norma, pues ello obedece a que la información generada en las estaciones de monitoreo de esta ciudad no cumplen con el criterio de suficiencia de datos que establece la norma para evaluar su cumplimiento. Esta situación hace evidente la necesidad de mejorar el desempeño de esta red de monitoreo a la brevedad.*

## 6. SISTEMAS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE CHIHUAHUA.

### 6.1 Información general.

En 2016 Chihuahua contó, administrativamente, con cuatro sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA). Uno a cargo del Gobierno del Estado y tres más administrados por cada uno de los siguientes municipios: Chihuahua, Ciudad Juárez y Ojinaga. La Tabla 6.1 muestra las estaciones de monitoreo que conformaron cada SMCA, sus capacidades de medición de contaminantes y el año de inicio de operación de cada una de ellas. En este capítulo sólo se incluye el análisis de la información generada por los SMCA de Chihuahua (Estatad y Municipal) y de Ciudad Juárez, ya que el SMCA de Ojinaga estuvo fuera de operación en 2016.

**Tabla 6.1 Estaciones que conformaron los SMCA de Chihuahua en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

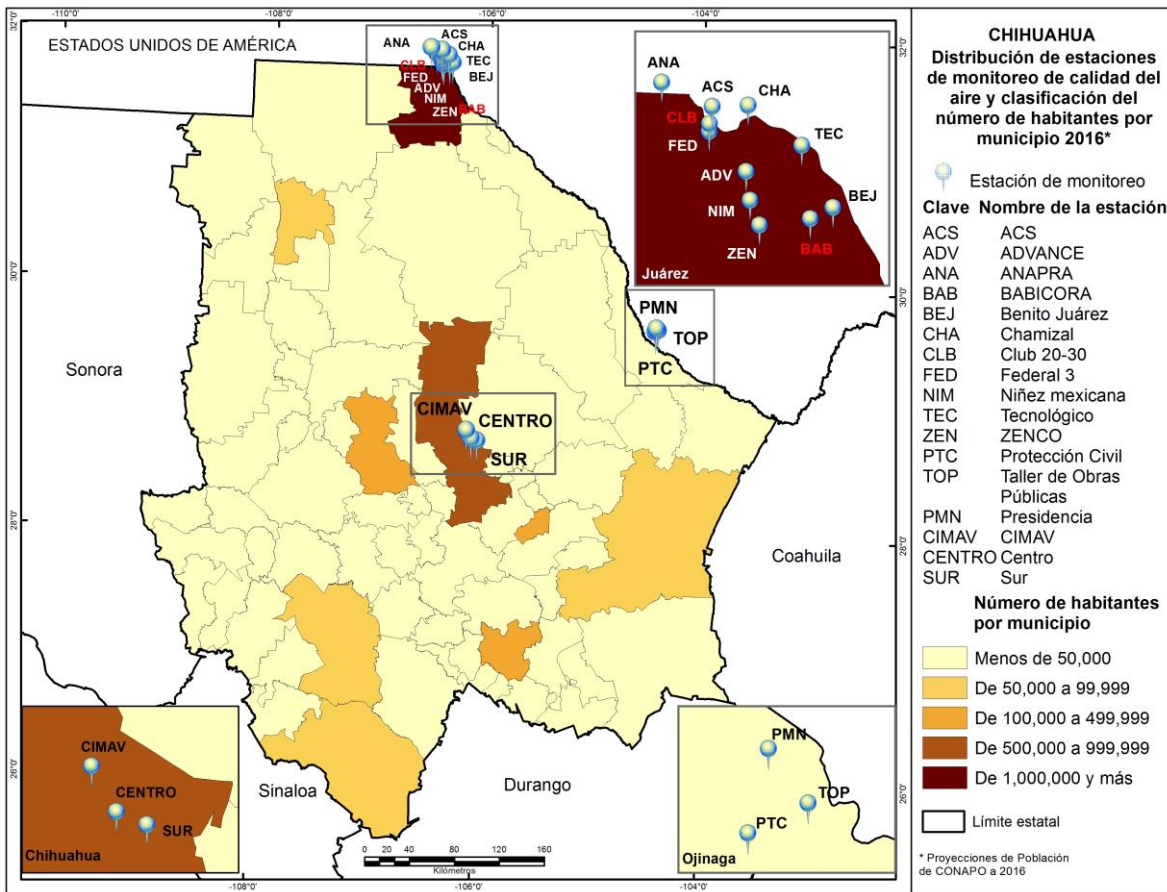
SMCA	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Chihuahua Estatal	SUR	SUR	Aut. 2012	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENTRO	CENTRO	Aut. 2015	✓	☒	✓	✓	✓	✓
Chihuahua Municipal	CIMAV	CIMAV	Aut. 2007	✓	☒	✓	✓	✓	✓
Ciudad Juárez	ACS	ACS	Man. 2008	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Advance	ADV	Aut. 1990	☒	☒	✓	☒	☒	✓
			Man. 1990	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	ANAPRA	ANA	Man. 2008	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	BABICORA	BAB	Man. 2010	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Benito Juárez	BEJ	Man. 2008	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Chamizal	CHA	Man. 2009	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Club 20-30	CLB	Aut. 1996	☒	☒	✓	☒	☒	✓
			Man. 1996	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Federal 3	FED 3	Man. 2008	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Niñez Mexicana	NIM	Man. 2008	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Tecnológico	TEC	Aut. 1995	☒	☒	✓	☒	☒	✓
			Man. 1995	✓	☒	☒	☒	☒	☒
Zenco	ZEN	Man. 2010	✓	☒	☒	☒	☒	☒	
Ojinaga	Presidencia Municipal	PMN	Man. 2015	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Taller de Obras Públicas	TOP	Man. 2015	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Protección Civil	PTC	Man. 2015	✓	☒	☒	☒	☒	☒

Aut. = Equipo automático; Man. = Equipo manual; ☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante; ✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), la Dirección de Ecología del Municipio de Ciudad Juárez y la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Ojinaga.

La Figura 6.1, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo que conformaron este SMCA en 2016.

**Figura 6.1 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire de Chihuahua, 2016.**



## 6.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

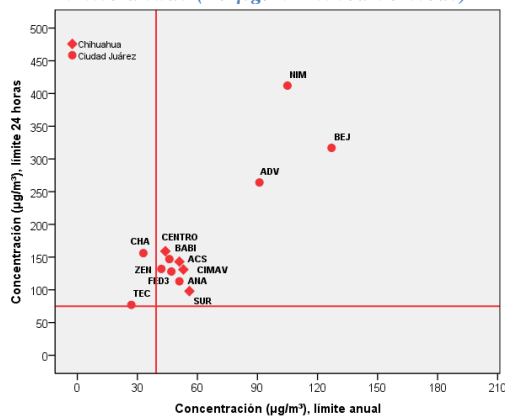
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Chihuahua para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Es importante destacar que sólo se incluye el análisis de la información disponible para los municipios de Chihuahua (generada tanto por los SMCA estatal y municipal) y Ciudad Juárez. El SMCA de Ojinaga estuvo fuera de operación en 2016.

### 6.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante. Los resultados se presentan para aquellos contaminantes y estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados son indicados en cada figura.

#### Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>

Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)  
Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)



SUR – SUR, Chihuahua estatal  
CENTRO – CENTRO, Chihuahua estatal  
CIMAV – CIMAV, Chihuahua municipal

ACS – ACS, Ciudad Juárez  
ADV - Advance, Ciudad Juárez  
ANA – ANAPRA, Ciudad Juárez  
BABI – BABICORA, Ciudad Juárez  
BEJ – Benito Juárez, Ciudad Juárez  
CHA - Chamizal, Ciudad Juárez  
FED3 – Federal 3, Ciudad Juárez  
NIM – Niñez Mexicana, Ciudad Juárez  
TEC – Tecnológico, Ciudad Juárez  
ZEN – Zenco, Ciudad Juárez

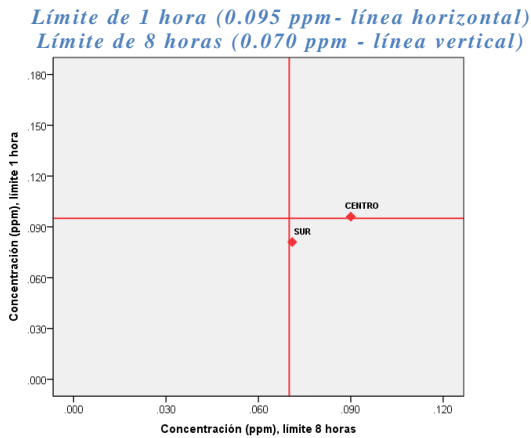
En 2016 el límite normado de 24 horas de PM<sub>10</sub> se rebasó en todas las estaciones de monitoreo que midieron este contaminante, tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez, en tanto que el límite anual se rebasó en las tres estaciones de Chihuahua y en 8 de las 11 estaciones de Ciudad Juárez.

La concentración más alta de PM<sub>10</sub>, como promedio de 24 horas, fue de 159 µg/m<sup>3</sup> en Chihuahua (estación CENTRO) y de 412 µg/m<sup>3</sup> en Ciudad Juárez (estación NIM). El primero equivale a poco más de 2 veces el valor normado y el segundo a 5.5 veces dicho límite.

Los promedios anuales más altos fueron de 56 µg/m<sup>3</sup> en Chihuahua (estación SUR) y de 127 µg/m<sup>3</sup> Ciudad Juárez (estación BEJ), los cuales equivalen a 1.4 y 3.2 veces el límite establecido en la Norma.

Se observa con claridad que las concentraciones más elevadas, tanto como promedios de 24 horas como anuales, se registraron en tres estaciones de Ciudad Juárez (NIM, BEJ y ADV), superando de manera contundente los límites normados.

Ozono – O<sub>3</sub>



SUR – SUR, Chihuahua estatal  
 CENTRO – CENTRO, Chihuahua estatal

El ozono fue medido en dos estaciones de Chihuahua y en ambas se incumplió con los límites normados. En una se rebasaron tanto el límite de 1 como el de 8 horas (CENTRO) y en otra sólo el límite de 8 horas (SUR). Las concentraciones más elevadas en 2016 fueron 0.096 ppm como promedio de 1 hora y 0.090 ppm como promedio de ocho horas, lo que significa que fueron 1% y 29% superiores al límite normado respectivo. Ambas se registraron en la estación CENTRO.

La Tabla 6.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se aprecia que:

- La Norma de PM<sub>10</sub> se incumple tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez como consecuencia de que en todas las estaciones de monitoreo de ambas ciudades se rebasa al menos uno de los límites normados, siendo la condición más común que se excedan ambos límites (24 horas y anual). La condición de mala calidad del aire por este contaminante es de preocupación en ambas ciudades, pero especialmente llamativa en Ciudad Juárez por los altos niveles de concentración que se registran en la mayoría de sus estaciones. Por ejemplo, en la estación de monitoreo NIM se tuvo registro de una concentración de 412 µg/m<sup>3</sup>, la cual equivale a 5.5 veces el límite normado.
- La norma de ozono sólo pudo ser evaluada en la ciudad de Chihuahua y se encontró que ésta tampoco se cumple al registrarse concentraciones tanto de 1 como de 8 horas superiores a los establecidos en la Norma correspondiente.

**Tabla 6.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Chihuahua, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		SMCA - Chihuahua Estatal	SMCA - Chihuahua Municipal	SMCA – Ciudad Juárez											SMCA - Ojinaga			
			SUR	CENTRO	CIMAV	ACS	ADV	ANA	BABI	BEJ	CHA	CLB	FED3	NIM	TEC	ZEN	PMN	TOP	PTC
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	98	159	131	143	264	113	147	317	156	DI	128	412	77	132	FO	FO	FO
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	56	44	53	51	91	51	46	127	33	DI	47	105	27	42	FO	FO	FO
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	DI	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	DI	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘	⌘
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.081	0.096	FO	⌘	FO	⌘	⌘	⌘	⌘	FO	⌘	⌘	FO	⌘	⌘	⌘	⌘
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.071	0.090	FO	⌘	FO	⌘	⌘	⌘	⌘	FO	⌘	⌘	FO	⌘	⌘	⌘	⌘

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación.

⌘ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 6.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

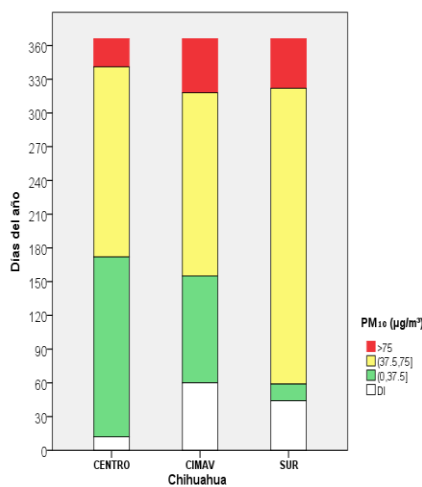
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

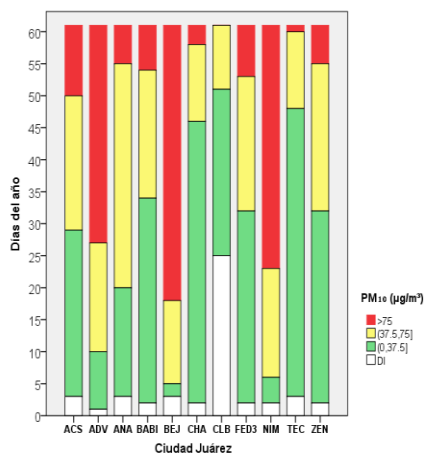
#### *PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*

##### *Automático*



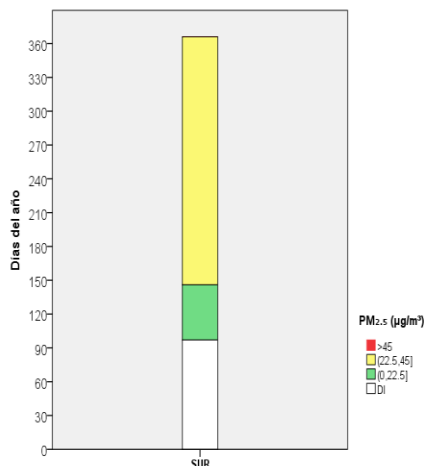
En las tres estaciones de monitoreo de Chihuahua se registraron días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub>, siendo más abundantes en la estación CIMAV con 48 y SUR con 44, lo que representó más del 10% de los días del año en cada caso. En todas las estaciones de monitoreo la condición de calidad del aire más frecuente fue la regular (amarillo).

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas  
Manual*



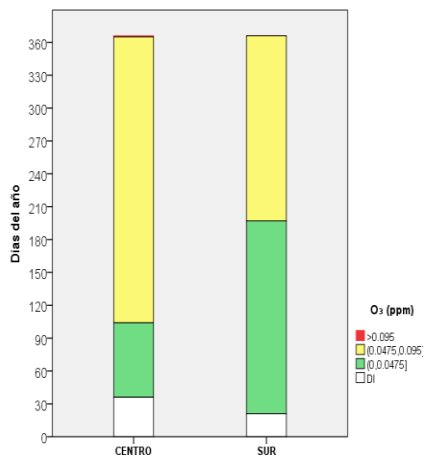
Por lo que toca a Ciudad Juárez, la presente figura muestra que sólo en una de las 11 estaciones de monitoreo que miden las partículas PM<sub>10</sub> en la ciudad no reportó días con mala calidad del aire por este contaminante, en tanto que en las 10 estaciones restantes el porcentaje de muestreo con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas osciló entre el 2% en la estación TEC y el 70% en la estación BEJ, lo que pone de manifiesto que el problema de calidad del aire por PM<sub>10</sub> está generalizado en toda lo ciudad.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



Las PM<sub>2.5</sub> sólo se miden en la estación SUR, en el municipio de Chihuahua, y los datos revelan que en el año 2016 se presentó buena calidad del aire por este contaminante en el 13% de los días del año, en tanto que la calidad del aire regular se presentó en el 60%. El 27% restante correspondió a días con insuficiencia de datos para generar el indicador.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 h*



Finalmente, con respecto al ozono, que en 2016 sólo se midió en la ciudad de Chihuahua, destaca el hecho de que la mayor parte del año la calidad del aire es buena en la estación SUR y regular en la estación CENTRO, registrándose únicamente un día con concentraciones superiores al límite normado de una hora.



A nivel de ciudad, la Tabla 6.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Estimación hecha sobre la base del número de días o muestreos con información válida y suficiente en 2016. En ella se aprecia que el contaminante que representa el mayor problema de calidad del aire tanto en Chihuahua como en Ciudad Juárez son las PM<sub>10</sub>, siendo particularmente evidente en Ciudad Juárez donde el 82% de los muestreos realizados reportaron concentraciones superiores al límite normado.

**Tabla 6.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2.5</sub>			O <sub>3</sub>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Chihuahua*	366	76	21 %	269	0	0 %	364	1	0.3 %
Ciudad Juárez**	60	49	82%	∞	∞	∞	FO	FO	FO

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

\*\* Estimado con datos provenientes de monitoreo manual.

FO = Fuera de operación.

∞ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante

*Las estaciones de monitoreo ubicadas en el municipio de Chihuahua, tanto administradas por el gobierno del estado como por el gobierno municipal, revelan la existencia de problemas de calidad del aire por PM<sub>10</sub> y Ozono. Situación que queda manifiesta con el incumplimiento de los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes.*

*En el caso de Ciudad Juárez, sólo se contó con información relativa a las PM<sub>10</sub> y ésta muestra la existencia de problemas severos de calidad del aire en la ciudad, no sólo por los altos niveles de concentración que se alcanzan y que en ocasiones superan de manera significativa los límites normados, sino también por la frecuencia con que se rebasan éstos. Así por ejemplo, a nivel de ciudad, tomando en cuenta la información aportada por todas las estaciones de monitoreo, se encontró que en 2016 se alcanzaron concentraciones equivalentes a poco más de 5 veces el límite normado de 24 horas y que en poco más del 80% de los días del año en al menos una estación de monitoreo se rebasa dicho límite.*

## 7. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y SU ZONA CONURBADA.

### 7.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de la Ciudad de México y su zona conurbada, a cargo de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, estuvo integrado por 36 estaciones de monitoreo; 21 de estas estaciones se localizan en territorio de la Ciudad de México y 15 en la zona conurbada del Estado de México (Edomex). Ello significa una estación de monitoreo menos respecto a las que operaron en el año 2015. Esta diferencia obedece a que dejaron de operar las estaciones Santa Úrsula (SUR) y Tlalpan (TPN) e inició operaciones la estación Milpa Alta (MPA), todas ellas en la Ciudad de México.

En 25 estaciones se realizó monitoreo automático, en dos monitoreo manual y en nueve ambos tipos de medición. La Tabla 7.1 muestra las estaciones de monitoreo que conformaron este SMCA en el año 2016, los contaminantes que se midieron en las mismas y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 7.1, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones referidas.

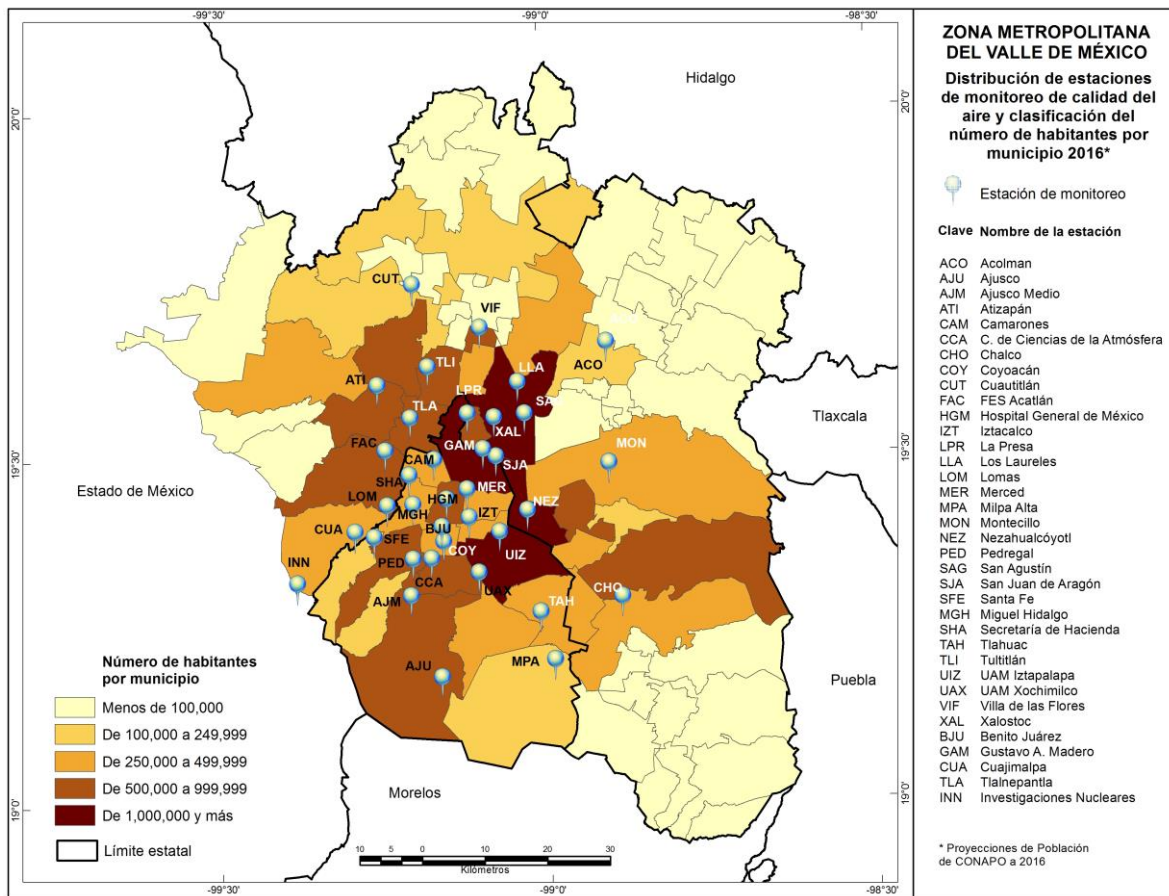
**Tabla 7.1 Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su zona conurbada en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Ciudad de México	Ajusco	AJU	Aut. 2015	☒	✓	✓	☒	✓	☒
	Ajusco Medio	AJM	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Benito Juárez	BJU	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Camarones	CAM	Aut. 2003	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Centro de Ciencias de la Atmósfera	CCA	Aut. 2014	☒	✓	✓	✓	✓	✓
	Coyoacán	COY	Aut.2003	☒	✓	✓	☒	✓	☒
			Man.2003	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Cuajimalpa	CUA	Aut.1994	✓	☒	✓	✓	✓	✓
	Gustavo A. Madero	GAM	Aut. 2015	☒	✓	✓	☒	☒	☒
	Hospital General de México	HGM	Aut. 2012	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Iztacalco	IZT	Aut. 2007	✓	☒	✓	✓	✓	✓	

	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Zona Conurbada	Lomas	LOM	Man. 1989	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Merced	MER	Aut. 1986	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 1989	✓	✓	☒	☒	☒	☒
	Miguel Hidalgo	MGH	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Milpa Alta	MPA	Aut. 2016	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Pedregal	PED	Aut. 1986	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 1989	✓	✓	☒	☒	☒	☒
	San Juan de Aragón	SJA	Aut. 2003	☒	✓	✓	✓	✓	✓
	Santa Fe	SFE	Aut. 2012	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Secretaría de Hacienda	SHA	Man. 1989	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Tláhuac	TAH	Aut. 1994	✓	☒	✓	✓	✓	✓
	UAM Iztapalapa	UIZ	Aut. 1987	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 1989	✓	✓	☒	☒	☒	☒
	UAM Xochimilco	UAX	Aut. 2012	☒	✓	✓	✓	✓	✓
	Acolman	ACO	Aut. 2007	✓	☒	✓	✓	✓	✓
	Atizapán	ATI	Aut. 1994	✓	☒	✓	✓	✓	✓
	Chalco	CHO	Aut. 2007	✓	☒	✓	✓	✓	✓
	Cuautitlán	CUT	Aut. 2012	✓	☒	✓	✓	✓	☒
	FES Acatlán	FAC	Aut. 1986	✓	☒	✓	✓	✓	✓
	Investigaciones Nucleares	INN	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	☒	✓
La Presa	LPR	Aut. 1986	☒	☒	✓	✓	✓	✓	
		Man. 1989	✓	☒	☒	☒	☒	☒	
Los Laureles	LLA	Aut. 1986	☒	☒	✓	✓	✓	✓	
Montecillo	MON	Aut. 1994	☒	☒	✓	✓	✓	✓	
Nezahualcóyotl	NEZ	Aut. 2011	☒	✓	✓	✓	✓	✓	
		Man. 1989	✓	☒	☒	☒	☒	☒	
San Agustín	SAG	Aut. 1986	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Man. 2003	☒	✓	☒	☒	☒	☒	
Tlalnepantla	TLA	Aut. 1986	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Man. 1989	✓	✓	☒	☒	☒	☒	
Tultitlán	TLI	Aut. 1994	✓	☒	✓	✓	✓	✓	
Villa de las Flores	VIF	Aut. 1994	✓	☒	✓	✓	✓	✓	
Xalostoc	XAL	Aut. 1986	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Man. 1989	✓	✓	☒	☒	☒	☒	

Aut. = Equipo automático; Man. = Equipo manual; ☒ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante; ✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.  
**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

**Figura 7.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de la Ciudad de México y su zona conurbada, 2016.**



## 7.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

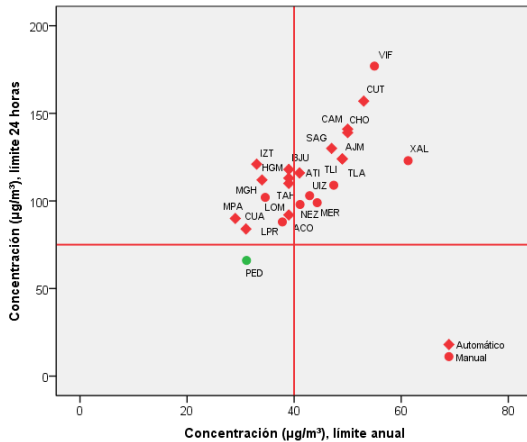
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 7.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en la Ciudad de México y su zona conurbada. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>

Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)  
Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)



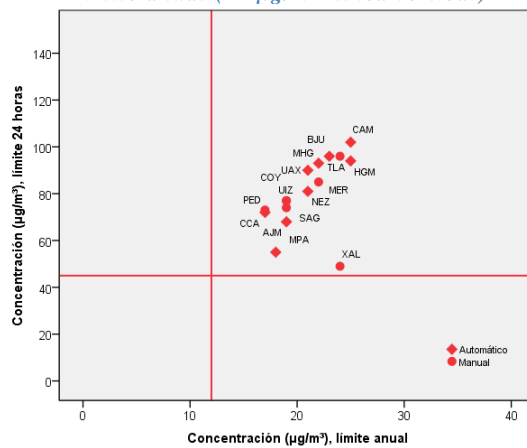
- |                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| ACO - Acolman                    | MER - Merced              |
| AJM - Ajusco Medio               | MGH - Miguel Hidalgo      |
| ATI - Atizapán                   | MPA - Milpa Alta          |
| BJU - Benito Juárez              | NEZ - Nezahualcóyotl      |
| CAM - Camarones                  | PED - Pedregal            |
| CHO - Chalco                     | SAG - San Agustín         |
| CUA - Cuajimalpa                 | TAH - Tláhuac             |
| CUT - Cuautitlán                 | TLA - Tlalnepantla        |
| HGM - Hospital General de México | TLI - Tultitlán           |
| IZT - Iztacalco                  | UIZ - UAM Iztapalapa      |
| LOM - Lomas                      | VIF - Villa de las Flores |
| LPR - La presa                   | XAL - Xalostoc            |

En 2016 las PM<sub>10</sub> se midieron en 26 estaciones de monitoreo de la ZMVM. De ellas, la Norma solo se cumplió en una estación (PED); se incumplió en 23, rebasándose los dos límites normados en 13 estaciones y sólo el límite de 24 horas en 10 más. En las estaciones FES Acatlán e Investigaciones Nucleares no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM por insuficiencia de datos.

La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Villa de las Flores - VIF con 177 µg/m<sup>3</sup>, en tanto que el promedio anual más alto se registró en Xalostoc - XAL (61 µg/m<sup>3</sup>). El primero equivale a 2.3 veces el valor normado y el segundo a 1.5 veces el límite respectivo.

Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>

Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)  
Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)



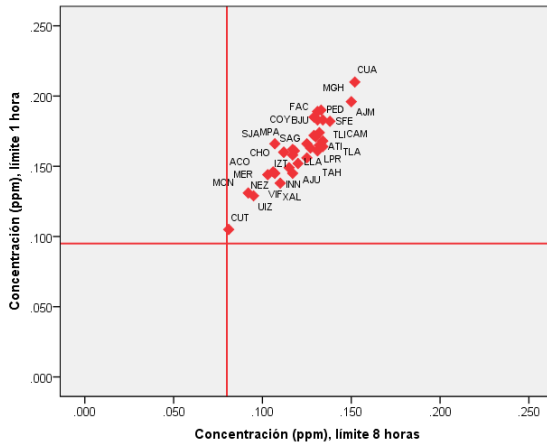
- |  |                      |
|--|----------------------|
| AJM - Ajusco medio                       | MPA - Milpa Alta     |
| BJU - Benito Juárez                      | NEZ - Nezahualcóyotl |
| CAM - Camarones                          | PED - Pedregal       |
| CCA - Centro de Ciencias de la Atmósfera | SAG - San Agustín    |
| COY - Coyoacán                           | TLA - Tlalnepantla   |
| HGM - Hospital General de México         | UAX - UAM Xochimilco |
| MER - Merced                             | UIZ - UAM Iztapalapa |
| MHG - Miguel Hidalgo                     | XAL - Xalostoc       |

Las PM<sub>2.5</sub> se midieron en 19 estaciones y en 16 de ellas se rebasaron los dos límites normados. En las tres estaciones restantes no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM por no cumplir con el criterio de suficiencia de datos.

Las concentraciones más altas, tanto como promedio de 24 horas como anual, se presentaron en la estación Camarones (CAM) y estas fueron de 102 µg/m<sup>3</sup> y 25 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Ambas concentraciones son equivalentes a poco más de dos veces el límite normado correspondiente.

Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm - línea horizontal)  
 Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



ACO - Acolman	LPR - La Presa
AJM - Ajusco Medio	MER - Merced
AJU - Ajusco	MGH - Miguel Hidalgo
ATI - Atizapán	MON - Montecillo
BJU- Benito Juárez	MPA - Milpa Alta
CAM- Camarones	NEZ - Nezahualcóyotl
CCA - Centro de Ciencias de la Atmósfera	PED - Pedregal
CHO - Chalco	SAG - San Agustín
COY - Coyoacán	SFE - Santa Fe
CUA - Cuajimalpa	SJA - San Juan de Aragón
CUT - Cuautitlán	TAH - Tláhuac
FAC - FES Acatlán	TLA - Tlalnepantla
GAM - Gustavo A. Madero	TLI - Tultitlán
HGM - Hospital General de México	UAX - UAM Xochimilco
INN - Investigaciones nucleares	UIZ - UAM Iztapalapa
IZT - Iztacalco	VIF - Villa de las Flores
LLA - Los Laureles	XAL - Xalostoc

La Norma de ozono fue incumplida en las 34 estaciones de monitoreo que midieron este contaminante durante 2016. En todas las estaciones se rebasaron tanto el límite de 1 hora como el de 8 horas.

Las concentraciones más altas, tanto de 1 como de 8 horas, ocurrieron en la estación Cuajimalpa (CUA). Dichas concentraciones fueron 0.210ppm y 0.152 ppm, respectivamente. Estos valores equivalen a poco más de 2 veces el límite normado respectivo.

En 2016 el umbral de 0.154 ppm de ozono (equivalente a 150 puntos IMECA), como promedio horario, se rebasó en varias ocasiones lo que motivó, que después de más de una década, se activara nuevamente el Plan de Contingencias Ambientales Atmosféricas en 10 ocasiones.

La Tabla 7.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- En 2016 la ZMVM contó con infraestructura para llevar a cabo la medición de PM<sub>10</sub> en 28 estaciones de monitoreo. En 1 de ellas se cumplió la Norma, en 23 no se cumplió con esta, en 2 no se contó con información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento y 2 más se reportaron fuera de operación por mantenimiento. De las 23 estaciones en las que se registró incumplimiento, en 13 se rebasaron los dos límites normados y en 10 sólo se rebasó el límite de 24 horas. La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Villa de las Flores (VIF), seguida de Cuautitlán (CUT) y Camarones (CAM), en tanto que el promedio anual más alto se registró en Xalostoc (XAL), seguido de Villa de las Flores (VIF) y Cuautitlán (CUT).

- De las 21 estaciones de monitoreo con capacidad para medir  $PM_{2.5}$ , sólo en 19 se realizó tal medición, en tanto que dos estaciones se reportaron fuera de operación por mantenimiento. De las 19 estaciones con mediciones, en 16 se rebasaron tanto el límite de 24 horas como el anual y en 3 no se cumplió el criterio de suficiencia de datos para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de norma. Las estaciones que se reportaron fuera de operación son San Juan de Aragón (SJA) y Santa Fe (SFE). Las concentraciones más altas tanto de 24 horas como anual se presentaron en la estación Camarones (CAM), seguidas de las registradas en las estaciones Tlalnepantla (TLA) y Benito Juárez (BJU).
- El ozono se midió en 34 estaciones y en todas ellas se rebasaron los dos límites normados, registrándose las concentraciones más altas en Cuajimalpa (CUA), seguidas de las registradas en Ajusco Medio (AJM) y Hospital General de México (HGM), estas dos últimas ubicadas en las delegaciones Tlalpan y Cuauhtémoc, respectivamente.

**Tabla 7.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Ciudad de México																				
			AJU	AJM	BJU	CAM	CCA	COY	CUA	GAM	HGM	IZT	LOM	MER	MGH	MPA	PED	SJA	SFE	SHA	TAH	UIZ	UAX
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	☒	124	118	141	☒	☒	84	☒	113	121	102	99	112	90	66	☒	FO	FO	110	103	☒
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	☒	49	39	50	☒	☒	31	☒	39	33	35	44	34	29	31	☒	FO	FO	39	43	☒
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	DI	68	96	102	72	77	☒	DI	94	☒	☒	85	93	55	73	FO	FO	☒	☒	77	90
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	DI	19	23	25	17	19	☒	DI	25	☒	☒	22	22	18	17	FO	FO	☒	☒	19	21
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.152	0.196	0.183	0.174	0.171	0.166	0.210	0.172	0.189	0.158	☒	0.144	0.190	0.161	0.183	0.166	0.182	☒	0.161	0.129	0.156
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.120	0.150	0.131	0.132	0.130	0.125	0.152	0.129	0.131	0.117	☒	0.103	0.133	0.118	0.134	0.107	0.138	☒	0.131	0.095	0.125

Contaminante	Límite normado		Zona conurbada														
			ACO	ATI	CHO	CUT	FAC	INN	LPR	LLA	MON	NEZ	SAG	TLA	TLI	VIF	XAL
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	92	116	139	157	DI	DI	88	☒	☒	98	130	109	124	177	123
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	39	41	50	53	DI	DI	38	☒	☒	41	47	47	49	55	61
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	☒	☒	☒	☒	☒	DI	☒	☒	☒	81	74	96	☒	☒	49
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	☒	☒	☒	☒	☒	DI	☒	☒	☒	21	19	24	☒	☒	24
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.146	0.164	0.160	0.105	0.185	0.149	0.163	0.162	0.131	0.145	0.160	0.168	0.165	0.138	0.145
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.106	0.134	0.112	0.081	0.129	0.115	0.127	0.117	0.092	0.107	0.112	0.134	0.132	0.110	0.117

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a); <sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes; FO = Fuera de operación; ☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante; ■ = Cumple con el límite normado; ■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

**Nota:** Las estaciones que se reportan fuera de operación para la medición de ciertos contaminantes es por cuestiones de mantenimiento.



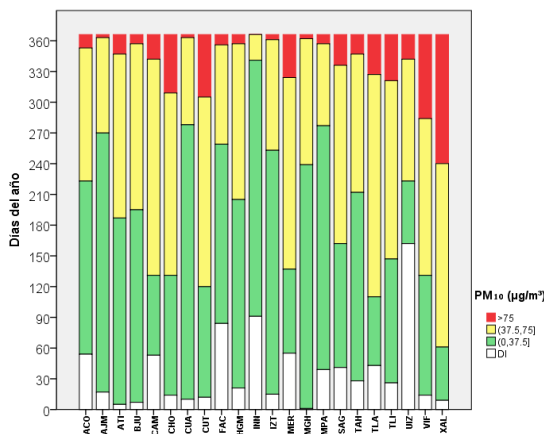
### 7.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

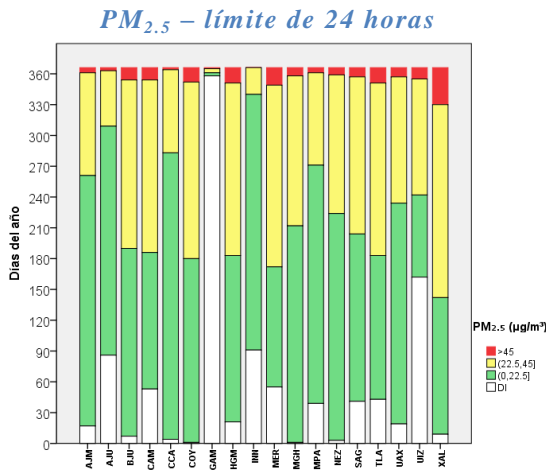
- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de 1 hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

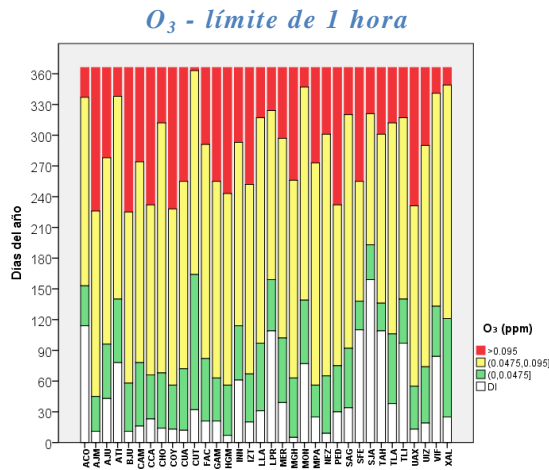
*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



Los días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub> en 2016 se presentaron con mayor frecuencia en las estaciones Xalostoc (XAL), Villa de las Flores (VIF) y Cuautitlán (CUT), todas localizadas en el Estado de México, con un total de 126, 82 y 61 días, respectivamente. En el caso de la Ciudad de México, la mayor ocurrencia de días en esta condición se registró en la estación Merced (MER) con un total de 42.



Con respecto a las partículas suspendidas  $PM_{2.5}$ , las estaciones que presentaron la mayor cantidad de días con mala calidad del aire en el año 2016 fueron Xalostoc (XAL), Merced (MER), y Tlalnepantla (TLA) con 36, 17 y 15, días respectivamente. Un caso que llama la atención es la estación Gustavo A. Madero (GAM), por la escasa cantidad de días con información suficiente para generar el indicador.



En las 34 estaciones que miden este contaminante se registraron días con mala calidad del aire, siendo las estaciones Benito Juárez (BJU), Ajusco Medio (AJM), Coyoacán (COY), UAM Xochimilco (UAX), Pedregal (PED) y Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), donde esta situación se presentó con mayor frecuencia, con más de 130 días del año en cada caso.

A nivel de toda la zona metropolitana la Tabla 7.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ). En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la zona es el  $O_3$ , seguido de las  $PM_{10}$  y las  $PM_{2.5}$ .

**Tabla 7.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en 2016.**

Zona metropolitana	$PM_{10}$ *			$PM_{2.5}$ *			$O_3$ *		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% Días > 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No de días con datos válidos	No de días > 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% Días > 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
ZMVM	366	140	38%	366	43	12%	366	212	58%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*En 2016 en la ZMVM la Norma de  $PM_{10}$  sólo se cumplió en la estación Pedregal (PED), en tanto que en las 23 estaciones restantes donde se pudo evaluar el cumplimiento de la misma al menos uno de los límites normados fue rebasado, lo que las llevó a su incumplimiento. Las concentraciones más altas de este contaminante se presentaron en estaciones que se ubican al norte de la ZMVM tales como Villa de las Flores, Cuautitlán, Camarones y Xalostoc.*

*Los límites normados de  $PM_{2.5}$  tampoco se cumplieron en ninguna de las estaciones de monitoreo donde se llevó a cabo su medición en 2016. De hecho, en todas ellas se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). Las concentraciones más altas se presentaron en las estaciones Camarones, Tlalnepantla y Benito Juárez.*

*La medición de ozono se realizó en 34 estaciones de monitoreo y en todas ellas se incumplió la Norma respectiva, registrándose las concentraciones más altas en las estaciones Cuajimalpa, Ajusco Medio y Hospital General de México.*

*El límite normado de 24 horas tanto de  $PM_{10}$  como de  $PM_{2.5}$  se rebasó con más frecuencia en la estación Xalostoc (126 y 36 días, respectivamente), en tanto que la de ozono se rebasó más frecuentemente en Benito Juárez (141 días).*

## 8. SISTEMAS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE COAHUILA.

### 8.1 Información general.

En el año 2016 el Estado de Coahuila contó, administrativamente, con dos sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA). Uno a cargo del Gobierno del Estado (SMCA – Coahuila Estatal) y otro a cargo del gobierno del municipio de Torreón (SMCA – Torreón municipal). El SMCA Estatal estuvo integrado por las estaciones de monitoreo de Torreón, Saltillo, Monclova y Piedras Negras, en tanto que el SMCA municipal estuvo integrado por cuatro estaciones de monitoreo, todas ubicadas en el municipio de Torreón.

Respecto a 2015, destaca que el SMCA municipal incorporó la estación de monitoreo Centro Cultural R. Mijares en la cual se lleva a cabo la medición manual de PM<sub>10</sub>. La Tabla 8.1 muestra las capacidades de medición de cada estación, en tanto que la Figura 8.1 ilustra su ubicación geográfica.

**Tabla 8.1 Estaciones que conformaron los SMCA de Coahuila en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

SMCA	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Coahuila Estatal	CONALEP (Torreón)	CNP	Aut. 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Finanzas (Saltillo)	FIN	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Jurisdicción (Monclova)	JUR	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Rehabilitación DIF (Piedras Negras)	R-DIF	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Torreón Municipal	DIF Torreón	DIF	Man. 1999	✓	✘	✘	✘	✘	✘
	Hospital Infantil	HOS	Aut.*	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	HECAT	HECAT	Man. 2015	✓	✘	✘	✘	✘	✘
	Centro Cultural R. Mijares	CCRM	Man 2016	✓	✘	✘	✘	✘	✘

Aut. = Equipo automático.

Man. = Equipo manual.

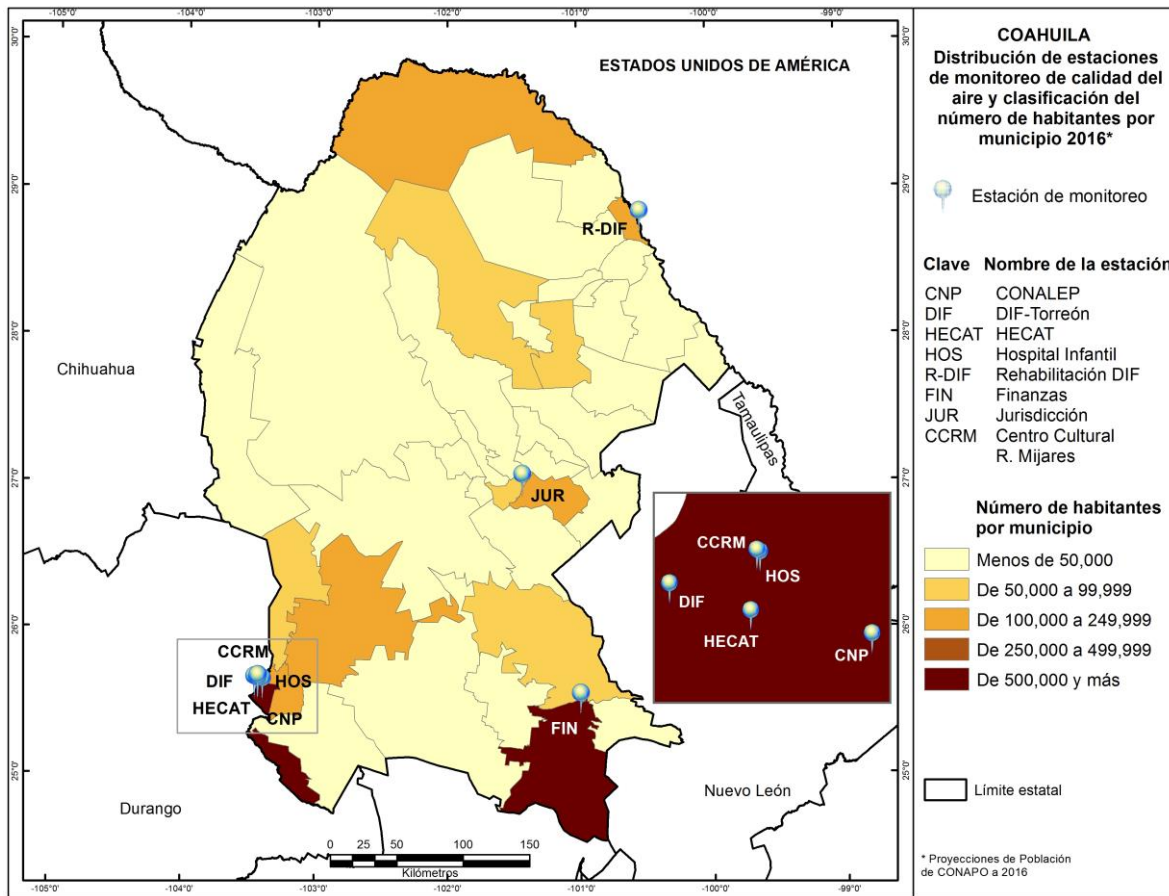
✘ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

\* El año de inicio de operación de esta estación de monitoreo no fue identificado con certeza por los responsables de este SMCA.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Coahuila y la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.

Figura 8.1 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire de Coahuila, 2016.



## 8.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

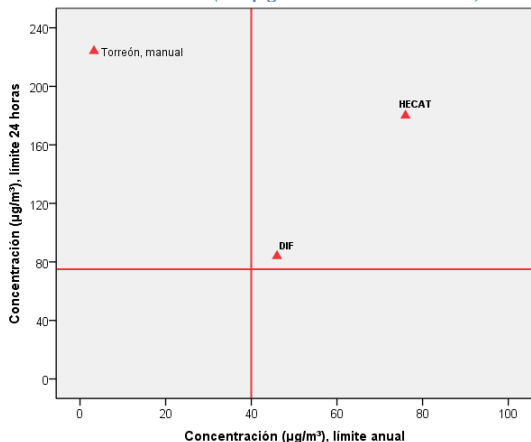
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Coahuila para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 8.2.1 Evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Coahuila. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

*Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)*  
*Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)*

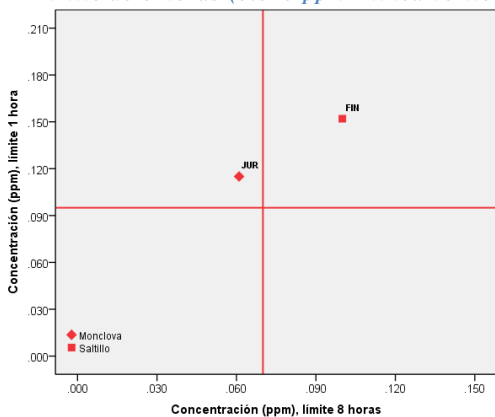


HECAT – HECAT, Torreón  
 DIF – DIF Torreón, Torreón

La evaluación de cumplimiento de la Norma de PM<sub>10</sub> para el año 2016 sólo se pudo realizar en 2 de las 8 estaciones con capacidad para medir este contaminante. Estas estaciones fueron DIF y HECAT, ambas pertenecientes al SMCA municipal. En ambos casos hubo incumplimiento de Norma debido a que se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). Las concentraciones más altas, como promedio de 24 horas y anual, se registraron en la estación HECAT con 180 µg/m<sup>3</sup> y 76 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. El primero equivale a 2.4 veces el valor normado y el segundo a 1.9 veces el límite respectivo.

*Ozono – O<sub>3</sub>*

*Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)*  
*Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)*



JUR – Jurisdicción, Monclova  
 FIN – Finanzas, Saltillo

El cumplimiento de la Norma de ozono se pudo evaluar en las estaciones de Monclova (JUR) y Saltillo (FIN). En ambos casos se incumplió la misma, en el caso de Monclova por rebasar el límite horario y en el caso de Saltillo por rebasar los dos límites normados.

En el caso de este contaminante las concentraciones más altas, tanto de 1 como de 8 horas, ocurrieron en Saltillo. Dichas concentraciones fueron 0.152 y 0.100 ppm, respectivamente. Estos valores equivalen a 1.6 y 1.4 veces el límite normado respectivo.

La Tabla 8.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que sólo fue posible hacer la

evaluación de cumplimiento de los límites normados de PM<sub>10</sub> en las estaciones DIF y HECAT, ambas localizadas en Torreón; y, de ozono en las estaciones FIN (ubicada en Saltillo) y JUR (que se localiza en Monclova). Los resultados indican el incumplimiento de ambas normas.

Es importante destacar que mientras las estaciones de monitoreo CNP y HOS de Torreón se mantuvieron fuera de operación en 2016, las estaciones de monitoreo de Saltillo, Monclova y Piedras Negras reiniciaron su funcionamiento en Marzo de este año, situación que impidió generar información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de norma tanto de PM<sub>10</sub> como de PM<sub>2.5</sub>, pero que abre la posibilidad de contar con información suficiente para hacer un diagnóstico de la calidad del aire más robusto en el año 2017 en caso de mantenerse en operación adecuada.

Resulta conveniente destacar, por otro lado, que las estaciones FIN y JUR de Saltillo y Monclova, respectivamente, no generaron más del 75% de los datos posibles de ozono en 2016, pero la información disponible reveló la existencia de concentraciones superiores a los límites normados, situación que de acuerdo con la norma misma las pone en una condición de incumplimiento.

**Tabla 8.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Coahuila, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Coahuila Estatal				Torreón Municipal (Torreón)			
			CNP (Torreón)	FIN (Saltillo)	JUR (Monclova)	R-DIF (Piedras Negras)	DIF	HECAT	HOS	CCRM
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs.	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	FO	DI	DI	DI	84	180	FO	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	FO	DI	DI	DI	46	76	FO	DI
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs.	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	FO	DI	DI	DI	∞	∞	FO	∞
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	FO	DI	DI	DI	∞	∞	FO	∞
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr.	Máximo ≤ 0.095 ppm	FO	0.152	0.115	DI	∞	∞	FO	∞
	8 hrs.	Máximo ≤ 0.070 ppm	FO	0.100	DI	DI	∞	∞	FO	∞

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación.

∞ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

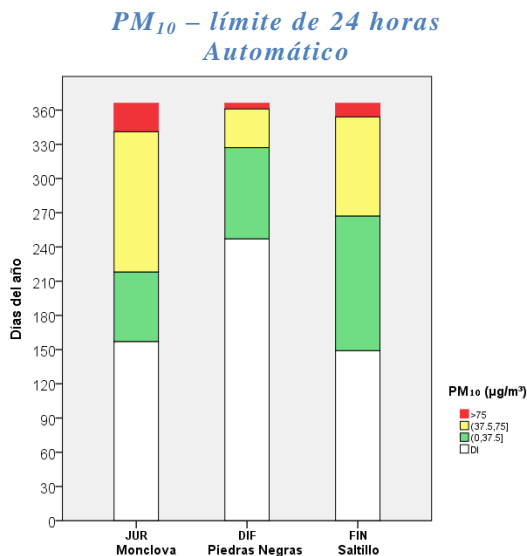
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 8.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

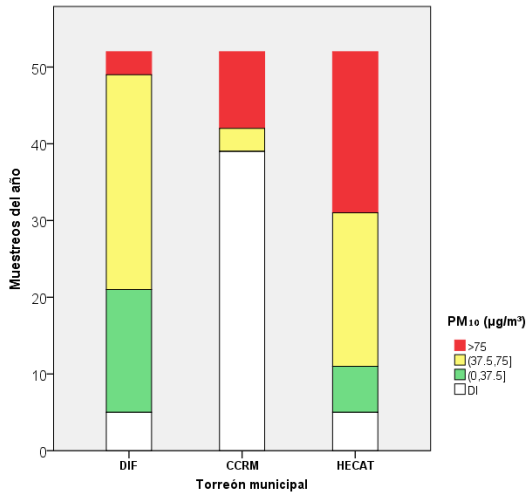
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.



El muestreo automático de PM<sub>10</sub> deja ver la existencia de problemas de calidad del aire por este contaminante en Monclova, Piedras Negras y Saltillo. En estas ciudades se registraron 25, 5 y 12 días, respectivamente, con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas. Esta situación, sin embargo, no se reflejó en incumplimiento de Norma en ninguna de las ciudades por insuficiencia de información de acuerdo con el criterio establecido en la Norma misma.

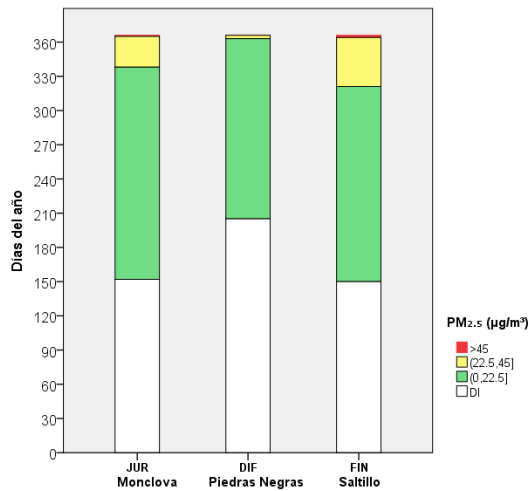


*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas  
Manual*

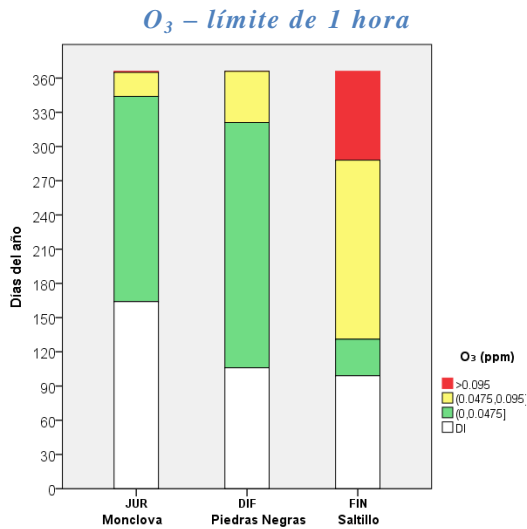


El monitoreo manual de PM<sub>10</sub> que se realiza en la ciudad de Torreón confirma la existencia de problemas de calidad del aire por este contaminante, pues en tres estaciones de monitoreo se reportaron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, siendo esta situación más frecuente en la estación HECAT con 21 de los 52 muestreos programados en el año, seguida de la estación CCRM con 10 de los 52 muestreos. En el caso de esta ciudad esta situación si se reflejó en incumplimiento de la Norma.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



El monitoreo de PM<sub>2.5</sub> se reinició en marzo de 2016 y ello derivó en que en más del 40% de los días del año no se contara con información disponible para generar el indicador. Sin embargo, la información generada durante el tiempo de operación de las estaciones deja ver la posibilidad de problemas de calidad del aire por este contaminante en Monclova y Saltillo, ciudades en las que se registraron 1 y 2 días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, respectivamente.



Con respecto al ozono, se presentaron días con mala calidad del aire en las ciudades de Monclova y Saltillo, siendo más evidente esta situación en esta última ciudad con un total de 78 días, lo que representa el 21% del total de días del año 2016.

En Monclova sólo se registró un día con concentraciones por arriba del límite normado de una hora y dominaron los días con buena calidad del aire, seguidos de los días con información insuficiente para generar el indicador.

A nivel de ciudad, la Tabla 8.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), así como de 1 hora de ozono. Estimación hecha sobre la base del número de días con datos válidos en 2016 en lugar del total de días del año. En ella se aprecia el contaminante que con mayor frecuencia genera días con mala calidad del aire en Torreón, Monclova y Piedras Negras es PM<sub>10</sub>, en tanto que en Saltillo es el ozono.

**Tabla 8.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2.5</sub>			O <sub>3</sub>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Torreón*	94	24	26%	FO	FO	FO	FO	FO	FO
Saltillo**	217	12	6%	216	2	1%	267	78	29%
Monclova**	209	25	12%	214	1	0.5%	202	1	0.5%
Piedras Negras**	119	5	4%	161	0	0%	260	0	0%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo manual.  
 \*\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*En 2016 la Norma de calidad del aire de  $PM_{10}$  se incumplió en Torreón, en tanto que la Norma de Ozono se incumplió en Saltillo. La Norma de  $PM_{2.5}$  no se pudo evaluar en ninguna ciudad de Coahuila debido a que no se generó información suficiente para ello.*

*Las  $PM_{10}$  parecen ser también un problema de calidad del aire en ciudades como Monclova, Piedras Negras y Saltillo a pesar de que no se refleje en incumplimiento de Norma, pues en todas ellas se registraron varios días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.*

*Las partículas suspendidas  $PM_{2.5}$  se empezaron a monitorear con regularidad nuevamente en 2016 y aunque no fue posible evaluar el cumplimiento de norma por la escasez de información, se pudieron identificar algunos días en el año con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en Monclova y Saltillo.*

*Mala calidad del aire por ozono se registró con frecuencia en la ciudad de Saltillo con un total de 78 días a lo largo del año. En Monclova sólo se registró un día con esta condición.*

## 9. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DEL ESTADO DE MÉXICO.

### 9.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) del Estado de México, administrado por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), la cual está constituida por siete estaciones de monitoreo; cuatro de las cuales se localizan en el municipio de Toluca (Aeropuerto, Centro, Oxtotitlán y San Cristóbal), dos en el municipio de Metepec (Ceboruco y Metepec) y una más en el municipio de San Mateo Atenco (San Mateo Atenco).

La Tabla 9.1 muestra las estaciones de monitoreo que conformaron este SMCA en el año 2016, los contaminantes que se pueden medir en las mismas y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 9.1, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo que conformaron este sistema en el año referido.

**Tabla 9.1 Estaciones que conformaron el SMCA del Estado de México en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

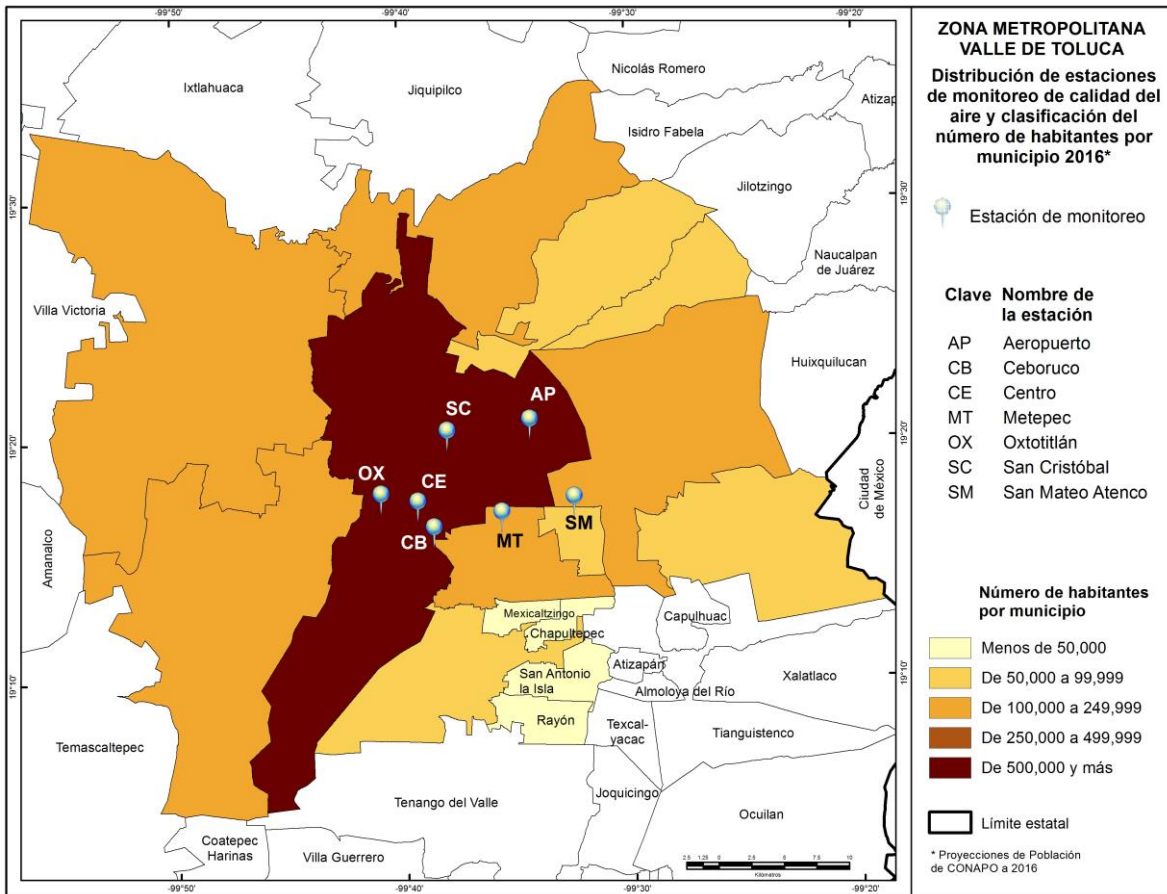
Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Aeropuerto	AP	Aut. 1994	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ceboruco	CB	Aut. 2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Centro	CE	Aut. 1994	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Metepec	MT	Aut. 1994	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Oxtotitlán	OX	Aut. 1994	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Cristóbal Huichochitlán	SC	Aut. 1994	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Mateo Atenco	SM	Aut. 1994	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Aut. = Equipo automático.

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

Figura 9.1 Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de la ZMVT, 2016.



## 9.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

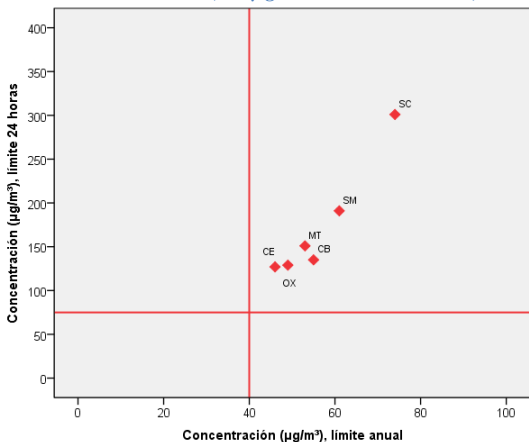
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la ZMVT para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 9.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en la ZMVT. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

*Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)*  
*Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*



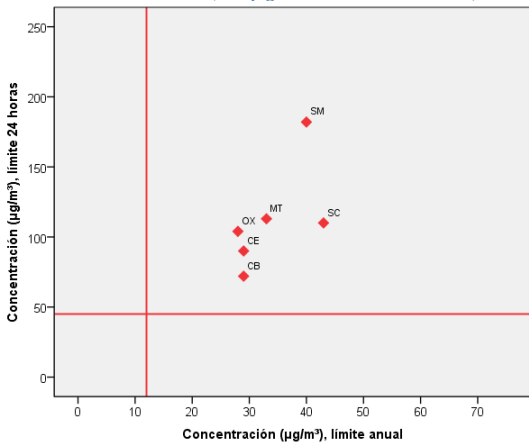
- CB - Ceboruco
- CE - Centro
- MT - Metepec
- OX - Oxtotitlán
- SC - San Cristóbal Huichochitlán
- SM - San Mateo Atenco

En 2016 las PM<sub>10</sub> se midieron en 6 estaciones de monitoreo (3 en Toluca, 2 en Metepec y 1 en San Mateo). En todas ellas, se incumplió la Norma rebasándose los dos límites normados (cuadrante superior derecho de la figura).

Las concentraciones más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en la estación San Cristóbal (SC) que se ubica en la ciudad de Toluca. Dichas concentraciones fueron: 301 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas y 74 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual. El primero equivale a 4 veces el valor normado y el segundo a casi 2 veces el límite respectivo.

*Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>*

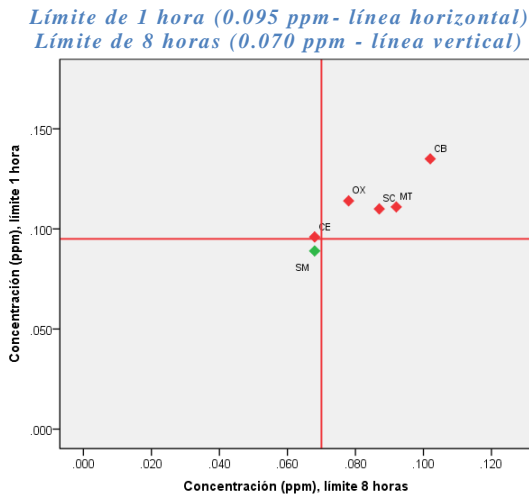
*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)*  
*Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*



- CB - Ceboruco
- CE - Centro
- MT - Metepec
- OX - Oxtotitlán
- SC - San Cristóbal Huichochitlán
- SM - San Mateo Atenco

Los dos límites normados de PM<sub>2.5</sub> (24 horas y anual), se rebasaron en todas las estaciones de monitoreo donde se midió este contaminante en 2016, siendo las estaciones San Mateo (SM) y San Cristóbal (SC), donde se registraron las concentraciones más elevadas como promedio de 24 horas y anual, respectivamente. Estas concentraciones fueron 182 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas, que equivale a 4 veces el valor normado y 43 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual, equivalente a 3.6 veces el límite normado correspondiente.

Ozono – O<sub>3</sub>



CB – Ceboruco  
 CE - Centro  
 MT - Metepec  
 OX- Oxtotitlán  
 SC- San Cristóbal Huichochitlán  
 SM – San Mateo Atenco

La Norma de ozono fue incumplida en 5 de las 6 estaciones que midieron este contaminante. En 4 de ellas se rebasaron los límites de 1 y 8 horas (CB, MT, OX y SC) y en 1 sólo el límite de 1 hora (CE). La única estación en la que la Norma de este contaminante si se cumplió fue San Mateo Atenco (SM).

En el caso de este contaminante las concentraciones más altas, tanto de 1 como de 8 horas, ocurrieron en la estación Ceboruco (CB). Dichas concentraciones fueron 0.135 ppm y 0.102 ppm, respectivamente. Estos valores equivalen a 1.4 veces el límite normado respectivo.

La Tabla 9.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- Los límites normados de 24 horas y anual, tanto de PM<sub>10</sub> como de PM<sub>2.5</sub>, se rebasaron en todas las estaciones de monitoreo. Las concentraciones más altas de PM<sub>10</sub> se registraron en las estaciones San Cristóbal (SC) y San Mateo (SM), la primera ubicada en el municipio de Toluca y la segunda en el de San Mateo Atenco, en tanto que las de PM<sub>2.5</sub> ocurrieron en San Mateo (SM) y Metepec (MT).
- Los límites de 1 y 8 horas de ozono sólo se cumplieron en la estación de monitoreo de San Mateo (SM), con lo que se da cumplimiento a la Norma correspondiente. Por otro lado, en la estación Centro se cumplió con el límite de ocho horas, pero se rebasó el de una hora y en las cuatro estaciones restantes (Oxtotitlán, San Cristóbal, Ceboruco y Metepec), los dos límites normados fueron rebasados, situación que indica el incumplimiento de la Norma de ozono en las cinco estaciones de monitoreo. Las concentraciones más altas de este

contaminante se registraron en la estación Ceboruco (CB), ubicada en el municipio de Metepec.

- La estación Aeropuerto (AP) se reportó fuera de operación por reubicación.

**Tabla 9.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Toluca				Metepec		San Mateo
			AP	CE	OX	SC	CB	MT	SM
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	FO	127	129	301	135	151	191
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	FO	46	49	74	55	53	61
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	FO	90	104	110	72	113	182
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	FO	29	28	43	29	33	40
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	FO	0.096	0.114	0.110	0.135	0.111	0.089
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	FO	0.068	0.078	0.087	0.102	0.092	0.068

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

FO = Fuera de operación por reubicación.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 9.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

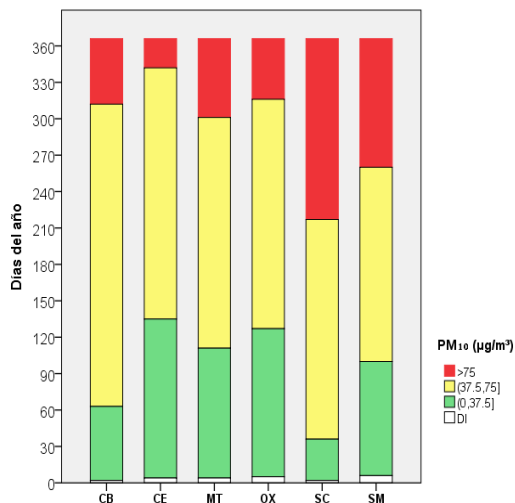
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).



El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

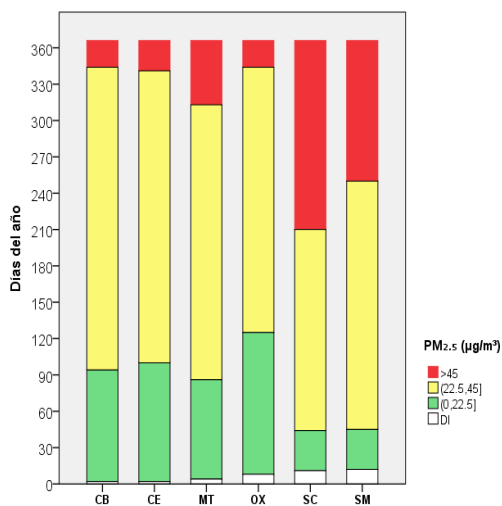
*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



En 2016, la mala calidad del aire por PM<sub>10</sub> estuvo presente en más del 5% de los días del año en todas las estaciones de monitoreo de la ZMVT; sin embargo, esta situación fue más recurrente en las estaciones San Cristóbal (SC) y San Mateo (SM), donde tal condición se presentó en 149 y 106 días respectivamente, lo que representó el 41% y el 29% de los días del año, en cada caso.

En todas las estaciones de monitoreo la condición de calidad del aire regular fue la que predominó, pues en todos los casos representó más del 44% del total de días del año.

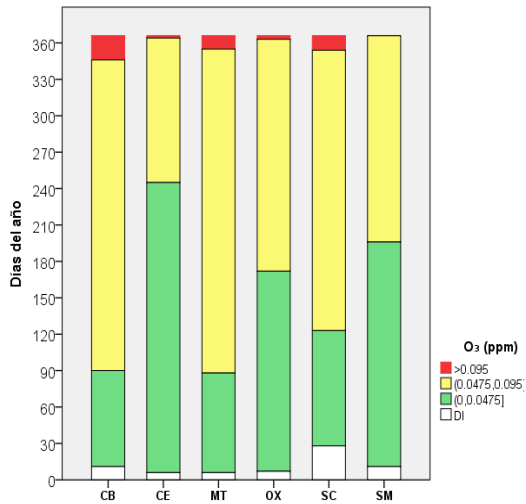
*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



Al igual que con las PM<sub>10</sub>, las estaciones San Cristóbal (SC) y San Mateo (SM), fueron las que presentaron el mayor porcentaje de días con calidad del aire mala por PM<sub>2.5</sub>, representando el 43% de los días del año en el caso de SC y el 32% en el caso de SM.

Los días con buena calidad del aire, por otra parte, se presentaron con mayor frecuencia en Oxtotitlán - OX y representaron el 32% de los días del año. En el resto de las estaciones esta condición ocurrió en menos del 27% de los días.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



Los días con mala calidad del aire por ozono estuvieron presentes en las estaciones Ceboruco (CB), Centro (CE), Metepec (MT), Oxtotitlán (OX) y San Cristóbal (SC) entre el 1% y el 5% de los días del año. Por otra parte, la estación de monitoreo CE presentó el mayor porcentaje de días con buena calidad del aire con el 65%.

La única estación que no presentó mala calidad del aire durante el año 2016 fue San Mateo (SM), donde el porcentaje de días con calidad del aire buena fue de 51% y regular 46%. El porcentaje restante correspondió a días con información insuficiente para generar el indicador.

A nivel de toda la zona metropolitana la Tabla 9.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). En ella se aprecia que en este año el contaminante que con mayor frecuencia determinó una condición de mala calidad del aire en la región fueron las PM<sub>2.5</sub>, seguido de las PM<sub>10</sub> y el O<sub>3</sub>.

**Tabla 9.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Zona metropolitana	PM <sub>10</sub> *			PM <sub>2.5</sub> *			O <sub>3</sub> *		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
ZMVT	366	152	42%	366	172	47%	366	26	7%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*En la entidad se mantienen los problemas de calidad del aire tanto por partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), como por ozono. En todas las estaciones de monitoreo que operaron en 2016 en la ZMVT se rebasaron los límites de 24 horas y anual tanto de  $PM_{10}$  como de  $PM_{2.5}$ , en tanto que la Norma de ozono se incumplió en 5 de las 6 estaciones que midieron este contaminante.*

*Las concentraciones más altas de  $PM_{10}$ , tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en la estación San Cristóbal (SC) y fueron equivalentes a 4 y 2 veces el límite normado correspondiente, en tanto que las de  $PM_{2.5}$  ocurrieron en San Mateo (SM), como promedio de 24 horas y San Cristóbal como promedio anual y fueron equivalentes a 4 y 3.5 veces los límites respectivos.*

*Otro hecho destacable es que en las estaciones San Cristóbal y San Mateo no sólo se alcanzaron las concentraciones más altas de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), sino que son además las estaciones en las que con mayor frecuencia se rebasa el límite normado de 24 horas. En San Cristóbal esto ocurrió en más del 40% de los días del año y en San Mateo en más del 29%.*

## 10. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE GUANAJUATO.

### 10.1 Información general.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Guanajuato, a cargo del Instituto de Ecología del Estado, estuvo integrado en el año 2016 por un total de 27 estaciones de monitoreo, distribuidas en las redes de monitoreo de Celaya, Irapuato, León y Salamanca, así como por las estaciones de monitoreo ubicadas en los municipios de Silao, Purísima del Rincón, San Luis de la Paz, Guanajuato, San Miguel de Allende, Abasolo, Villagrán, Dolores Hidalgo, Cortazar, Juventino Rosas, Acámbaro, Morelón, San José Iturbide y San Francisco del Rincón. La Tabla 10.1 muestra las estaciones de monitoreo que conforman cada red, así como la capacidad de medición de contaminantes en cada estación y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 10.1, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo listadas en la Tabla ante referida.

**Tabla 10.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Red de monitoreo	Estación*	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Celaya	Policía	POL	Aut. 2002	✓	✓	✓	✓	☐	✓
	San Juanico	SJ	Aut. 2001	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tecnológico	TEC	Aut. 2002	✓	☐	✓	☐	✓	☐
Irapuato	Bomberos	BOM	Aut. 2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Secundaria	SEC	Aut. 2002	✓	☐	✓	✓	✓	✓
	Teóduła	TEO	Aut. 2001	✓	✓	✓	✓	✓	✓
León	CICEG	CG	Aut. 2003	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Facultad de Medicina	FM	Aut. 2007	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	IMSS – T21	T21	Aut. 2006	✓	☐	✓	✓	✓	✓
	Zona Sur	LN-S	Man. 2015	☐	✓	☐	☐	☐	☐
Salamanca	Cruz Roja	CR	Aut. 1999	✓	☐	✓	✓	✓	✓
	DIF	DIF	Aut. 2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Nativitas	NAT	Aut. 2002	✓	☐	✓	✓	✓	✓
	Hospital General (Silao)	HG	Aut. 2006	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	DIF Municipal (Purísima del Rincón)	PUR	Aut. 2014	✓	☐	☐	☐	☐	☐

Red de monitoreo	Estación*	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
	Presidencia Municipal (San Luis de la Paz)	SLP	Aut. 2015	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Universidad de Guanajuato Sede Belén (Guanajuato)	UG-B	Aut. 2015	☒	✓	☒	☒	☒	☒
			Man. 2015	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	CAISES (San Miguel de Allende)	SMA	Man. 2005	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Presidencia municipal (Abasolo)	ABA	Aut. 2005	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Presidencia Municipal (Villagrán)	VILL	Man. 2005	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Mega Parque (Dolores Hidalgo)	DH	Man. 2005	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Presidencia Municipal (Cortazar)	COR	Man. 2005	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Presidencia Municipal (Juventino Rosas)	JR	Man. 2005	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Dirección Ecología Municipal (Acámbaro)	ACAM	Man. 2010	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Dirección Ecología Municipal (Moroleón)	MOR	Man. 2010	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Presidencia Municipal (San José Iturbide)	SJI	Man. 2014	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Dirección Ecología Municipal (San Francisco del Rincón)	SFR	Man. 2009	✓	☒	☒	☒	☒	☒

\* En el caso de las estaciones que por definición no forman parte de una red de monitoreo, entre paréntesis se indica el nombre de la ciudad donde se encuentra ubicada.

Aut. = Equipo automático.

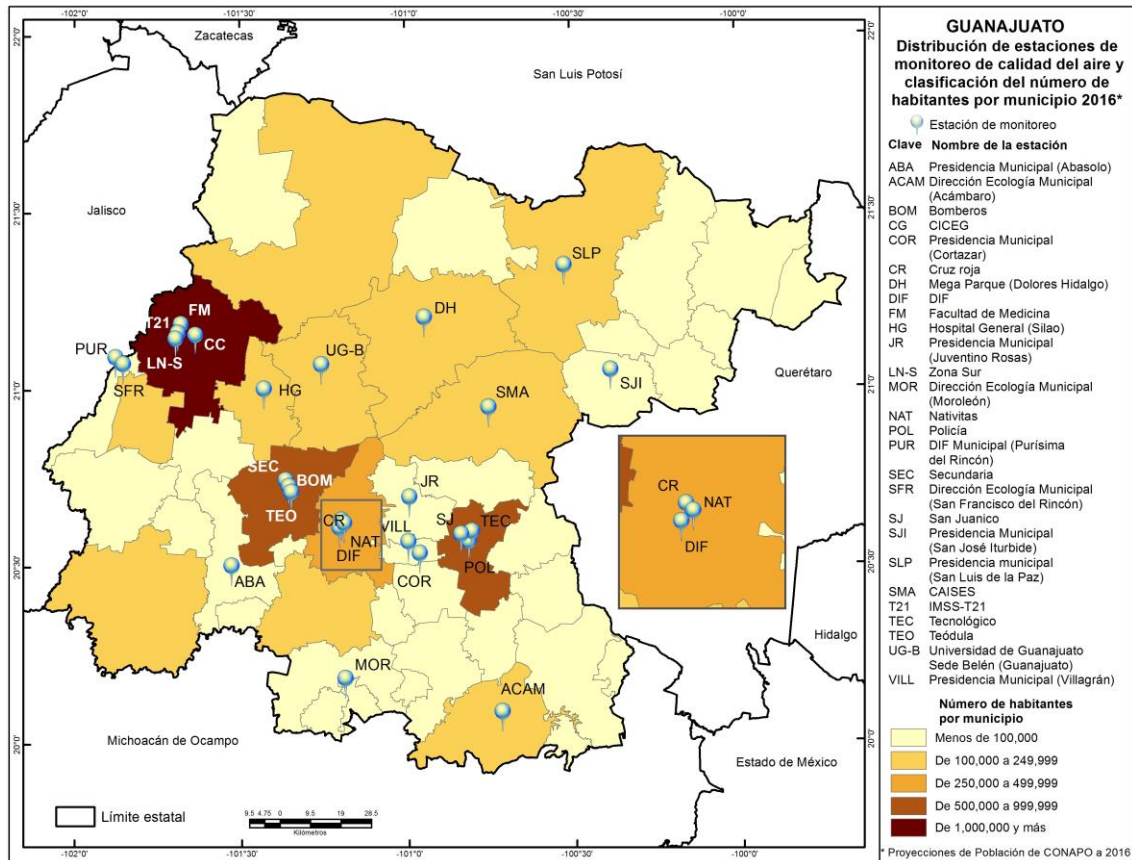
Man. = Equipo manual.

☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.

Figura 10.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Guanajuato, 2016.



## 10.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

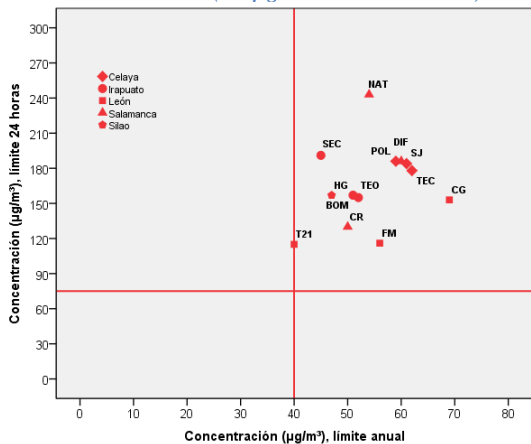
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Guanajuato para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 10.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en cada una de las estaciones de monitoreo que conforman el SMCA de Guanajuato. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>

Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)  
 Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)



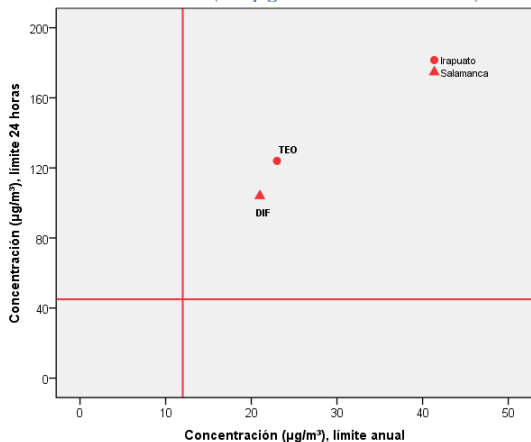
- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| POL – Policía, Celaya     | CG – CICEG, León             |
| SJ – San Juanico, Celaya  | FM – Facultad Medicina, León |
| TEC – Tecnológico, Celaya | T21 – IMSS-T21, León         |
| BOM- Bomberos, Irapuato   | CR- Cruz Roja, Salamanca     |
| SEC- Secundaria, Irapuato | DIF- DIF, Salamanca          |
| TEO – Teóduła, Irapuato   | NAT – Nativitas, Salamanca   |
|                           | HG – Hospital General, Silao |

En 2016 la Norma de PM<sub>10</sub> se incumplió en todas las estaciones de monitoreo de Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao. Salvo en una estación de monitoreo de León (T21), en todas las demás se rebasaron los dos límites normados (cuadrante superior derecho de la figura).

La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Salamanca (estación NAT), en tanto que como promedio anual la concentración más elevada se registró en Leon (estación CG). Dichas concentraciones fueron: 243 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas y 69 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual. El primero equivale a poco más de 3 veces el valor normado y el segundo a casi 2 veces el límite respectivo.

Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>

Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)  
 Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)

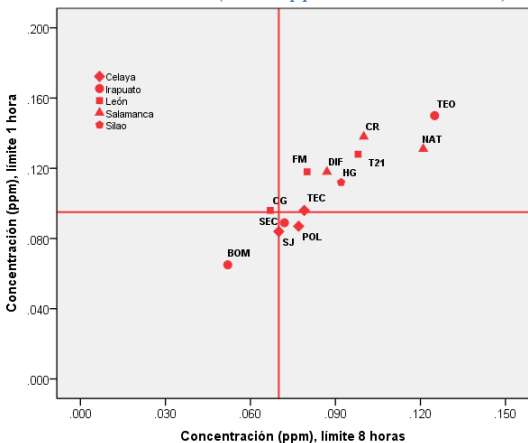


- TEO – Teóduła, Irapuato  
 DIF- DIF, Salamanca

Los dos límites normados de PM<sub>2.5</sub> (24 horas y anual), se rebasaron en las dos estaciones de monitoreo donde se pudo evaluar el cumplimiento de Norma de este contaminante, una en Salamanca (DIF) y otra en Irapuato (TEO). Siendo este último sitio donde se registraron las concentraciones más elevadas tanto como promedio de 24 horas como anual. Estas concentraciones fueron 124 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas, que equivale a casi 3 veces el valor normado y 23 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual, equivalente a casi 2 veces el límite normado correspondiente.

Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)  
 Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



POL – Policía, Celaya	CG – CICEG, León
SJ – San Juanico, Celaya	FM – Facultad Medicina, León
TEC – Tecnológico, Celaya	T21 – IMSS-T21, León
BOM- Bomberos, Irapuato	CR- Cruz Roja, Salamanca
SEC- Secundaria, Irapuato	DIF- DIF, Salamanca
TEO – Teóndula, Irapuato	NAT – Nativitas, Salamanca
	HG – Hospital General, Silao

La Norma de ozono fue incumplida en 11 de las 13 estaciones que midieron este contaminante (1 en Silao, 2 en Celaya e Irapuato; y, 3 en León y Salamanca). Las únicas estaciones en las que la Norma de este contaminante si se cumplió fueron SJ (en Celaya) y BOM (en Irapuato).

En el caso de este contaminante las concentraciones más altas, tanto como promedio de 1 hora como de 8 horas, se registraron en Irapuato (estación TEO). Dichas concentraciones fueron 0.150 ppm y 0.125 ppm, respectivamente. Estos valores equivalen a 1.6 y 1.8 veces el límite normado respectivo.

La Tabla 10.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- La Norma de PM<sub>10</sub> no se cumplió en ninguna de las 13 estaciones de monitoreo distribuidas en las ciudades de Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao. En la entidad, la concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Salamanca (243 µg/m<sup>3</sup>), seguida de Irapuato (191 µg/m<sup>3</sup>), Celaya (186 µg/m<sup>3</sup>), Silao (157 µg/m<sup>3</sup>) y León (153 µg/m<sup>3</sup>).
- En cuanto a PM<sub>2.5</sub> la evaluación de cumplimiento de Norma sólo se pudo realizar en dos estaciones de monitoreo, una ubicada en Irapuato y una más en Salamanca. En ambas se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual), registrándose las concentraciones más altas en Irapuato.
- No se dispuso en el INECC de la información generada por los equipos manuales de muestreo de partículas suspendidas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) para ninguno de los municipios que



cuentan con tal equipamiento, por lo que no fue posible realizar el diagnóstico sobre de la calidad del aire en dichos sitios.

- La Norma de ozono se incumplió en 11 de las 13 estaciones de monitoreo que midieron este contaminante en 2016. Dichas estaciones se ubican en Celaya (2), Irapuato (2), León (3), Salamanca (3) y Silao (1). Las únicas estaciones en las que se registraron concentraciones inferiores a los límites normados fueron San Juanico (SJ) en Celaya y Bomberos (BOM) en Irapuato.

Tabla 10.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Guanajuato, en el año 2016.

Contaminante	Límite normado		Celaya			Irapuato			León				Salamanca			Silao
			POL	SJ	TEC	BOM	SEC	TEO	CG	FM	T21	LN-S	CR	DIF	NAT	HG
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	186	184	178	157	191	155	153	116	115	☐	130	186	243	157
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	59	61	62	51	45	52	69	56	40	☐	50	60	54	47
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI	☐	DI	☐	124	DI	DI	☐	IND	☐	104	☐	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI	☐	DI	☐	23	DI	DI	☐	IND	☐	21	☐	DI
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.087	0.084	0.096	0.065	0.089	0.150	0.096	0.118	0.128	☐	0.138	0.118	0.131	0.112
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.077	0.070	0.079	0.052	0.072	0.125	0.067	0.080	0.098	☐	0.100	0.087	0.121	0.092

Contaminante	Límite normado		Purísima del Rincón	San Luis de la Paz	Guanajuato	San Miguel de Allende	Abasolo	Villagrán	Dolores Hidalgo	Cortazar	Juventino Rosas	Acámbaro	Moroleón	San José Iturbide	San Francisco del Rincón
			PUR	SLP	UG-B	SMA	ABA	VILL	DH	COR	JR	ACAM	MOR	SJI	SFR
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	IND	☐	☐	IND	☐	☐	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	IND	☐	☐	IND	☐	☐	IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	☐	IND	IND	☐	IND	IND	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	☐	IND	IND	☐	IND	IND	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

IND= Información no disponible.

☐ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normad.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

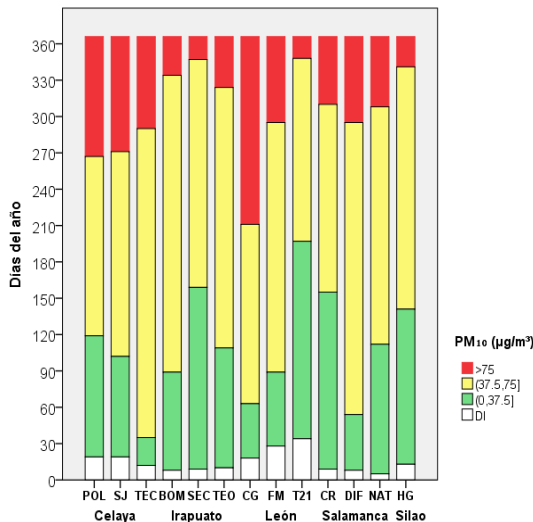
### 10.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

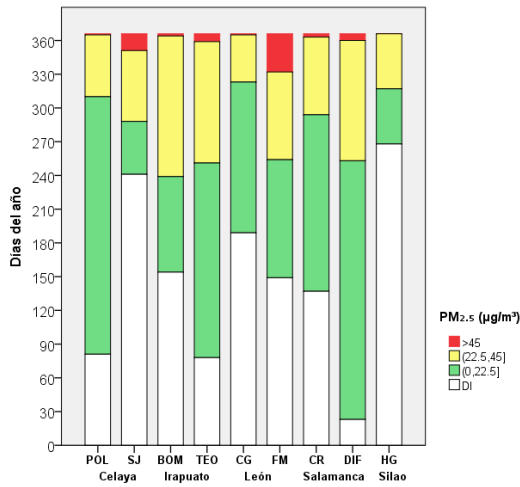
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



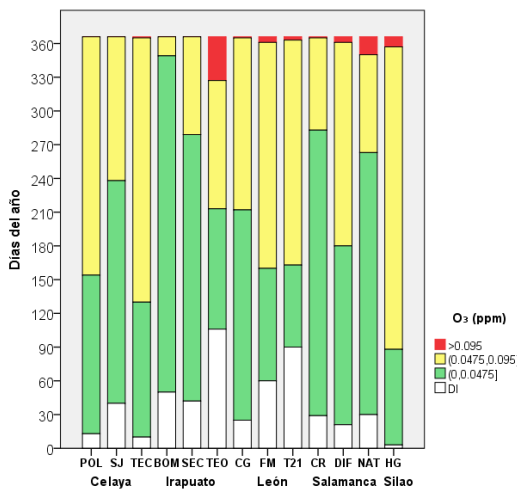
Los días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub> estuvieron presentes en todas las estaciones de monitoreo durante el año 2016, siendo más frecuentes en las estaciones CG (León), POL (Celaya), SJ (Celaya) y TEC (Celaya), con el 42%, 27%, 26% y 21% de los días del año, respectivamente. Las estaciones con los porcentajes más bajos de días del año con mala calidad del aire fueron SEC (Irapuato) y T21 (León) con el 5%. De hecho, estas dos estaciones fueron las que registraron la mayor cantidad de días con buena calidad del aire, 41% y 45%, respectivamente.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



En primera instancia se aprecia la gran cantidad de días en los que no hay información suficiente para generar el indicador en la mayoría de las estaciones de monitoreo (blanco). A pesar de ello, en todas las estaciones de monitoreo, excepto en Silao (HG), se registraron días con mala calidad del aire por PM<sub>2.5</sub>. El sitio con la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado fue la estación FM en León con un total de 34, seguida de SJ en Celaya con 15 y Teo en Irapuato con 7.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



Días con mala calidad del aire por ozono, se presentaron en una estación de Celaya (TEC), una estación de Irapuato (TEO) y en todas las estaciones de León y Salamanca, así como en la única estación de Silao. La mayor abundancia de días en esta condición se registró en la estación TEO en Irapuato con 39, seguida de NAT en Salamanca con 16. A pesar de lo anterior, las estaciones que se localizan en estos municipios fueron también las que presentaron la mayor cantidad de días con buena calidad del aire, tal como las estaciones BOM (299 días) y SEC (237 días) en Irapuato y CR (254 días) en Salamanca.

A nivel de ciudad, la Tabla 10.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), estimación hecha sobre la base del número de días con información válida y suficiente en 2016. En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en todas las ciudades (Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao) son las PM<sub>10</sub>.

**Tabla 10.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> *			PM <sub>2.5</sub> *			O <sub>3</sub> *		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Celaya	366	140	38%	328	16	5%	366	1	0.3%
Irapuato	365	51	14%	329	7	2%	366	39	11%
León	366	160	44%	278	34	12%	366	7	2%
Salamanca	366	85	23%	354	7	2%	363	9	2%
Silao	353	25	7%	98	0	0%	366	20	5%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

En la entidad se mantienen los problemas de incumplimiento de las normas de calidad del aire para PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y Ozono. Las normas de PM<sub>10</sub> y ozono se incumplieron en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao. La de PM<sub>2.5</sub> sólo se pudo evaluar en Salamanca e Irapuato y en ambos casos se incumplió.

En Celaya y en León no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de PM<sub>2.5</sub>; sin embargo, la información disponible indica la presencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

Las concentraciones más altas de PM<sub>10</sub>, se registraron en Salamanca, en tanto que las de PM<sub>2.5</sub> y ozono en Irapuato.

Las concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se presentaron con mayor frecuencia en León, seguido de Celaya y Salamanca, en tanto que las concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono fueron más frecuentes en Irapuato, seguido de Silao.

No se dispuso en el INECC de la información generada por los equipos manuales de muestreo de partículas suspendidas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) para ninguno de los municipios que cuentan con tal equipamiento, por lo que no fue posible realizar el diagnóstico sobre la calidad del aire en dichos sitios.

## 11. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE HIDALGO.

### 11.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Hidalgo, localmente conocido como Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo (SIMAEH), a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado, estuvo integrado por la red de monitoreo de Pachuca así como por las estaciones de monitoreo instaladas en los municipios de Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco, Tepetitlán, Tepeji del Río, Tlaxcoapan, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo y Zapotlán. En su conjunto este SMCA estuvo integrado por 16 estaciones de monitoreo. La Tabla 11.1 muestra las estaciones de monitoreo que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2016, su capacidad de medición de contaminantes y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 11.1, muestra su ubicación geográfica.

Con respecto a 2015, se aprecian los siguientes cambios: 1) En Tula de Allende dejaron de operar dos estaciones de monitoreo (una manual que medía PM<sub>2.5</sub> y una automática que medía ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono); 2) desapareció el monitoreo en el municipio de Xochicoatlán, donde operaban dos estaciones de monitoreo manual que medían PM<sub>2.5</sub>; 3) en Ajacuba dejó de operar la única estación de monitoreo que existía en el municipio y que media PM<sub>10</sub> con equipo manual; 4) la estación de monitoreo que permaneció en funcionamiento en Tula de Allende incorporó la medición manual tanto de PM<sub>10</sub> como de PM<sub>2.5</sub>; y, 5) la estación de monitoreo que opera en el municipio de Tizayuca incorporó la medición manual de las partículas suspendidas PM<sub>2.5</sub>.

**Tabla 11.1 Estaciones de monitoreo que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes\***

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Pachuca	Jardín del Maestro	JDN	Aut. 2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Museo del Rehilete	REH	Aut. 2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Casa de la Mujer Hidalguense	CMH	Man. 2012	✓	✓	✗	✗	✗	✗
	Instituto Tecnológico de Pachuca	ITP	Man. 2012	✓	✗	✗	✗	✗	✗

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
	Centro de Salud (Tula de Allende)	CSA	Aut. 2006	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 2016	✓	☒	☒	☒	☒	☒
			Man. 2016	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Centro de Salud (Atitalaquia)	ATI	Aut. 2009	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 2004	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Primaria Revolución (Atotonilco)	ATO	Aut. 2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 2015	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Presidencia Municipal (Tepetlán)	TPT	Man. 2012	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Primaria Melchor Ocampo (Tepeji del Río)	TPJ	Aut. 2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 2004	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Centro de Salud (Tlaxcoapan)	TCP	Man. 2004	✓	☒	☒	☒	☒	☒
	Biblioteca (Tizayuca)	TIZ	Aut. 2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Man. 2012	✓	☒	☒	☒	☒	☒
			Man. 2016	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Presidencia Municipal (Lolotla)	LOL	Man. 2012	☒	✓	☒	☒	☒	☒
	Bomberos (Tepeapulco)	TEP	Aut. 2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hospital (Huichapan)	HUI	Aut. 2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Tulancingo (Tulancingo)	TUL	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Presidencia Municipal (Zapotlán)	ZAP	Man. 2015	✓	☒	☒	☒	☒	☒	

\* En el caso de las estaciones que por definición no forman parte de una red de monitoreo, entre paréntesis se indica el nombre de la ciudad donde se encuentra ubicada.

Aut. = Equipo automático

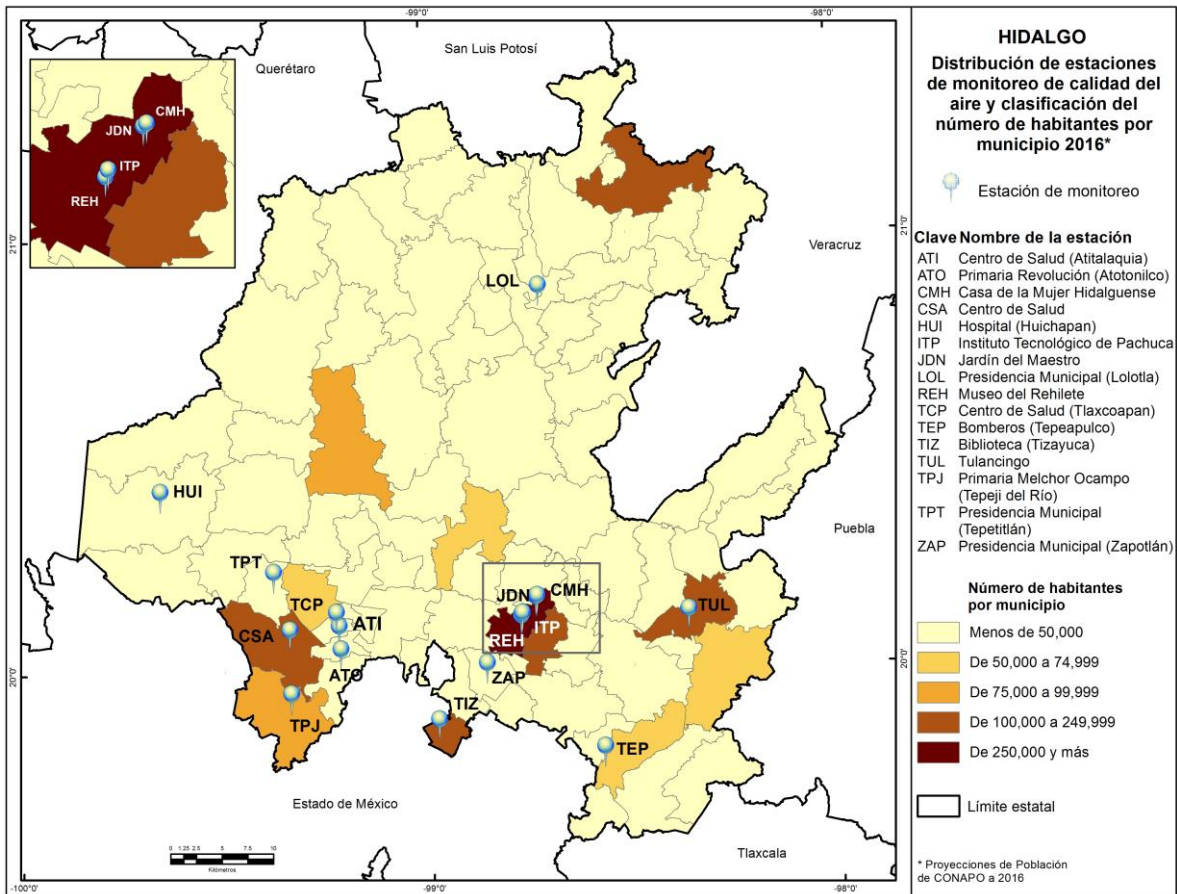
Man. = Equipo manual

☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.

Figura 11.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Hidalgo, 2016.



## 11.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Hidalgo para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

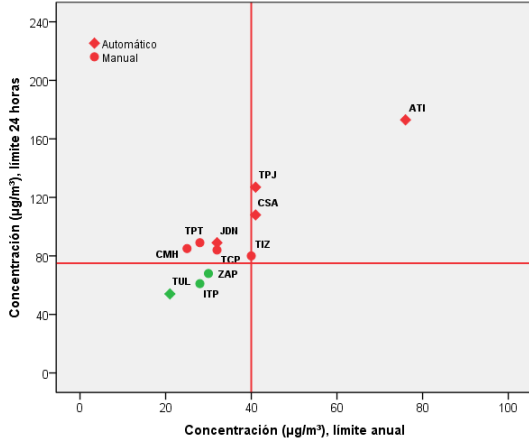
### 11.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Hidalgo. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.



Partículas Suspensas –  $PM_{10}$

Límite de 24 horas ( $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea horizontal)  
 Límite anual ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea vertical)



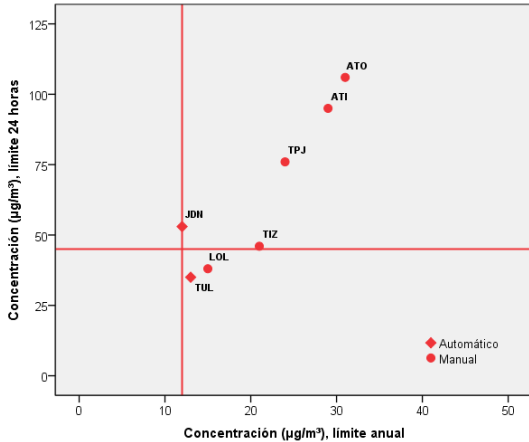
- JDN – Jardín del maestro, Pachuca
- CMH – Casa de la mujer hidalguense, Pachuca
- ITP – Instituto Tecnológico de Pachuca
- CSA- Centro de salud, Tula
- ATI- Centro de salud, Atitalaquia
- TPT – Presidencia municipal, Tepetitlán
- TPJ – Primaria Melchor Ocampo, Tepeji del Río
- TCP – Centro de Salud, Tlaxcoapan
- TIZ – Biblioteca, Tizayuca
- ZAP – Presidencia municipal, Zapotlán
- TUL – DIF municipal, Tulancingo

En 2016 11 de las 15 estaciones con capacidad para medir  $PM_{10}$  en Hidalgo generaron información suficiente para poder evaluar el cumplimiento de la NOM correspondiente y el resultado fue que en 8 estaciones no se cumplió con esta (ATI, TPJ, CSA, TIZ, JDN, TPT, TCP y CMH) y en 3 sí (ITP, ZAP y TUL).

Las concentraciones más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en la estación Centro de Salud (ATI) que se localiza en Atitalaquia. Dichas concentraciones fueron:  $173 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio de 24 horas y  $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio anual.

Partículas Suspensas –  $PM_{2.5}$

Límite de 24 horas ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea horizontal)  
 Límite anual ( $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - línea vertical)

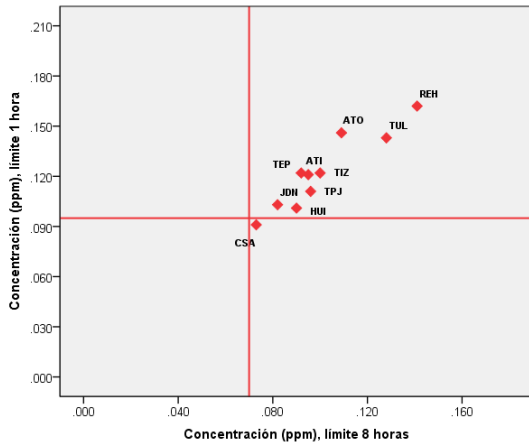


- JDN – Jardín del maestro, Pachuca
- ATI- Centro de salud, Atitalaquia
- ATO – Primaria Revolución, Atotonilco
- TPJ – Primaria Melchor Ocampo, Tepeji del Río
- TIZ – Biblioteca, Tizayuca
- LOL – Presidencia Municipal, Lolotla
- TUL – DIF municipal, Tulancingo

En todas las estaciones de monitoreo donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la NOM de  $PM_{2.5}$  esta se incumplió, ya que en todas ellas al menos uno de los límites normados (24 horas y anual) fue rebasado. Las estaciones de monitoreo ubicadas en Atotonilco, Atitalaquia y Tepeji del Río fueron las que registraron las concentraciones más elevadas tanto como promedio de 24 horas como anual. En Atotonilco estas concentraciones fueron  $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente, que equivalen a poco más de dos veces el límite normado correspondiente.

Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm - línea horizontal)  
 Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



JDN – Jardín del maestro, Pachuca  
 REH – Museo del Rehilete, Pachuca  
 CSA- Centro de salud, Tula  
 ATI- Centro de salud, Atitalaquia  
 ATO – Primaria Revolución, Atotonilco  
 TPJ – Primaria Melchor Ocampo, Tepeji del Río  
 TIZ – Biblioteca, Tizayuca  
 TEP – Bomberos, Tepeapulco  
 HUI – Hospital, Huichapan  
 TUL – DIF municipal, Tulancingo

La Norma de ozono fue incumplida en las 10 estaciones que midieron este contaminante en 2016. En 9 de ellas se rebasaron los límites de 1 y 8 horas (JDN, REH, ATI, ATO, TPJ, TIZ, TEP, HUI y TUL) y en 1 sólo el límite de 8 horas (CSA).

Las concentraciones más altas, tanto de 1 como de 8 horas, ocurrieron en la estación Museo del Rehilete (REH) en la Ciudad de Pachuca. Dichas concentraciones fueron 0.162 ppm y 0.141 ppm, respectivamente. Estos valores equivalen a 1.7 y 2 veces el límite normado respectivo.

La Tabla 11.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- La evaluación de cumplimiento de los límites normados de PM<sub>10</sub> sólo se pudo realizar en 11 de las 15 las estaciones que generaron información en 2016. Los resultados indican que esta Norma se incumplió en dos estaciones de Pachuca (JDN y CMH), así como en las estaciones de monitoreo que se ubican en Tula de Allende, Atitalaquia, Tepetitlán, Tepeji del Río, Tlaxcoapan y Tizayuca. En tanto que los sitios donde se cumplió con dicha norma son: ITP (en Pachuca), Tulancingo y Zapotlán. Las concentraciones más altas de este contaminante, tanto en su promedio de 24 horas como anual, se registraron en el municipio de Atitalaquia.
- En cuanto a las partículas PM<sub>2.5</sub> destaca el hecho de que en ninguno de los municipios donde se midió este contaminante se cumplió con la Norma correspondiente. En Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río y Tizayuca se rebasaron los dos límites normados, en tanto que Pachuca, Lolotla y Tulancingo sólo se rebasó uno de ellos. Las concentraciones más altas de este contaminante, tanto en su promedio de 24 horas como

anual, se registraron en el municipio de Atotonilco. Dichas concentraciones fueron  $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente, las cuales son equivalentes a 2.4 y 2.6 veces el valor límite correspondiente.

- Por lo que se refiere a ozono, se encontró que en 9 de las 10 estaciones que midieron este contaminante en 2016 se rebasaron ambos límites normados y en una más sólo se rebasó el límite normado de 8 horas. En cualquier caso, esta situación ubica en incumplimiento de la norma de ozono a los municipios de Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan y Tulancingo. Pachuca es el sitio donde se registraron las concentraciones máximas más altas de ozono, tanto de 1 como de 8 horas, en toda la entidad. Estas concentraciones fueron 0.162 ppm como promedio de una hora y 0.141 ppm como promedio de ocho horas. Estos valores de concentración son superiores a los límites normados en un 71% y 100%, respectivamente. Le siguen en orden de importancia, por los niveles de concentración alcanzados, Atotonilco y Tulancingo.

Tabla 11.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Hidalgo, en el año 2016.

Contaminante	Límite normado		Pachuca				Tula de Allende	Atitalaquia	Atotonilco	Tepetitlán	Tepeji del Río	Tlaxcoapan
			JDN	REH	CMH	ITP	CSA	ATI	ATO	TPT	TPJ	TCP
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	89	DI	85	61	108	173	DI	89	127	84
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	32	DI	25	28	41	76	DI	28	41	32
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	53	DI	DI	∅	DI	95	106	∅	76	∅
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	12	DI	DI	∅	DI	29	31	∅	24	∅
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.103	0.162	∅	∅	0.091	0.121	0.146	∅	0.111	∅
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.082	0.141	∅	∅	0.073	0.095	0.109	∅	0.096	∅

Contaminante	Límite normado		Tizayuca	Lolotla	Tepeapulco	Huichapan	Tulancingo	Zapotlán
			TIZ	LOL	TEP	HUI	TUL	ZAP
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	80	∅	DI	DI	54	68
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	40	∅	DI	DI	21	30
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	46	38	DI	DI	35	∅
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	21	15	DI	DI	13	∅
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.122	∅	0.122	0.101	0.143	∅
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.100	∅	0.092	0.090	0.128	∅

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes; ∅ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

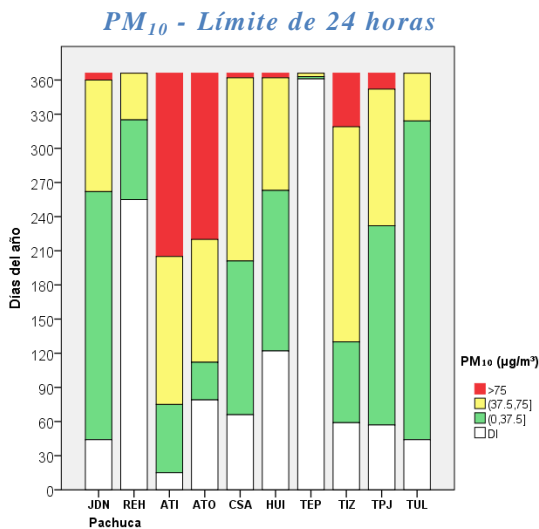
- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 11.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

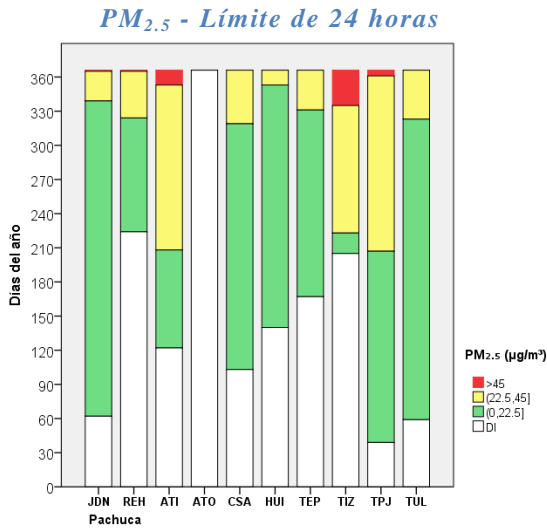
- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de 1 hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.



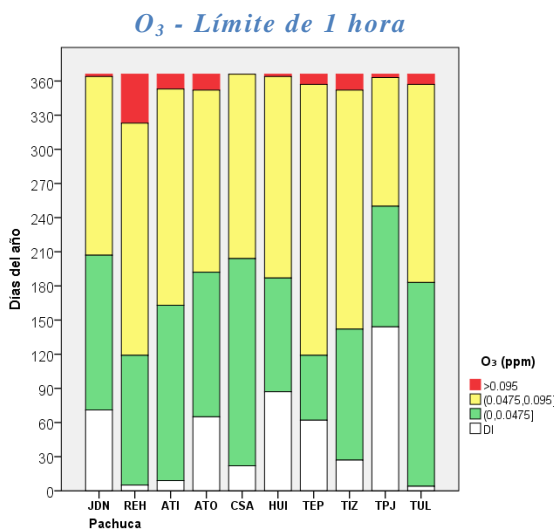
Atitalaquia (ATI) fue el sitio con la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM<sub>10</sub> con un total de 161, le siguieron Atotonilco (ATO) con 146 y Tizayuca (TIZ) con 47.

En Tepeapulco (TEP) y Museo del Rehilete (REH) que se localiza en Pachuca, claramente dominaron los días con información insuficiente para generar el indicador.



Los días con mala calidad del aire por PM<sub>2.5</sub> en el año 2016 estuvieron presentes en Pachuca (JDN y REH), Atitalaquia (ATI), Tizayuca (TIZ) y Tepeji del Río (TPJ), siendo más abundantes los días en esta condición en Tizayuca con un total de 31 y en Atitalaquia con 13.

En la mayoría de las estaciones es abundante la cantidad de días en las que no se contó con información suficiente para la generación del indicador.



En todas las estaciones de monitoreo que reportaron datos de ozono para el año 2016, salvo en la estación CSA que se localiza en Tula de Allende, se puede observar la presencia de días con mala calidad del aire respecto a las concentraciones horarias de ozono. Los días con esta condición fueron más numerosos en Pachuca (especialmente en la estación REH) con 43, seguido de Atotonilco (ATO) y Tizayuca (TIZ) con 14 y Atitalaquia (ATI) con 13.

A nivel de ciudad la Tabla 11.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Estimación hecha sobre la base del número de días o muestreos con información válida y suficiente en 2016, no sobre el número total de días o de muestreos manuales posibles en el año. En ella se aprecia que las partículas PM<sub>10</sub>, son el contaminante que con mayor frecuencia rebasa el límite normado de 24 horas, conduciendo a una condición de mala calidad del aire, en Atotonilco, Atitalaquia, Tepeji del Río y Huichapan, en tanto que las PM<sub>2.5</sub> lo son en Tizayuca y Tula de Allende y el ozono en Pachuca, Tepeapulco y Tulancingo.

**Tabla 11.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2.5</sub>			O <sub>3</sub>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Pachuca	340	6	2%	333	2	1%	366	43	12%
Tula de Allende	300	4	1%	50*	4	8%	344	0	0%
Atitalaquia	351	161	46%	244	13	5%	357	13	4%
Atotonilco	287	146	51%	48*	3	6%	301	14	5%
Tepetitlán	56*	1	2%	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Tepeji del Río	309	14	5%	327	5	2%	222	3	1%
Tlaxcoapan	57*	1	2%	¤	¤	¤	¤	¤	¤
Tizayuca	307	47	15%	161	31	19%	339	14	4%
Lolotla	¤	¤	¤	54*	0	0%	¤	¤	¤
Tepeapulco	5	0	0%	199	0	0%	304	9	3%
Huichapan	244	4	2%	226	0	0%	279	2	1%
Tulancingo	355	0	0%	307	0	0%	362	9	2%
Zapotlán	53*	0	0%	¤	¤	¤	¤	¤	¤

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo manual; todos los demás se estimaron con datos provenientes de monitoreo automático  
 ¤ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

*En 2016 se identificaron problemas de calidad del aire tanto por ozono como por partículas suspendidas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) en la entidad. En Pachuca, Atitalaquia, Tepeji del Río y Tizayuca se incumplieron las normas tanto de ozono como de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ . En Atotonilco y Tulancingo las Normas de  $PM_{2.5}$  y Ozono; en Tepetitlán y Tlaxcoapan la Norma de  $PM_{10}$ ; en Lolotla la de  $PM_{2.5}$ ; en Tepeapulco y Huichapan la de ozono y en Tula de Allende tanto la de  $PM_{10}$  y como la de ozono.*

*El indicador de número de días con calidad del aire buena, regular y mala, revela que los sitios donde se rebasa el límite normado de 24 horas de  $PM_{10}$  con mayor frecuencia son: Atitalaquia, Atotonilco y Tizayuca, en tanto que el límite de 24 horas de  $PM_{2.5}$  se supera con mayor frecuencia en Tizayuca y, Atitalaquia. Finalmente, el límite de 1 hora de ozono se supera más recurrentemente en Pachuca, Atotonilco, Tizayuca y Atitalaquia.*

*Como se desprende de la información referida en los párrafos anteriores, los problemas más severos de calidad del aire en la entidad se presentan en Atitalaquia, Atotonilco y Tizayuca, no sólo porque se incumplen las normas de ozono y partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), sino también porque los límites normados se superan frecuentemente a lo largo del año.*



## 12. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE JALISCO.

### 12.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Jalisco, administrado por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), la cual estuvo constituida por diez estaciones de monitoreo; tres de las cuales se localizan en el municipio de Guadalajara (Centro, Miravalle y Oblatos), tres más en el municipio de Zapopan (Atemajac, Las Águilas y Vallarta), y una en cada uno de los siguientes municipios: El Salto (Las Pintas), Tonalá (Loma Dorada), Tlajomulco de Zúñiga (Santa Fe) y Tlaquepaque (Tlaquepaque). En todas ellas se realiza el monitoreo de la calidad del aire con equipo automático (Tabla 12.1 y Figura 12.1).

**Tabla 12.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Centro	CEN	Aut. 1993	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Miravalle	MIR	Aut. 1993	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Oblatos	OBL	Aut. 1993	✓	☒	✓	✓	✓	✓
Atemajac	ATM	Aut. 1993	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Las Águilas	AGU	Aut. 1993	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vallarta	VAL	Aut. 1993	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Las Pintas	PIN	Aut. 2011	✓	☒	✓	✓	✓	✓
Loma Dorada	LDO	Aut. 1993	✓	☒	✓	✓	✓	✓
Santa Fe	SFE	Aut. 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tlaquepaque	TLA	Aut. 1993	✓	✓	✓	✓	✓	✓

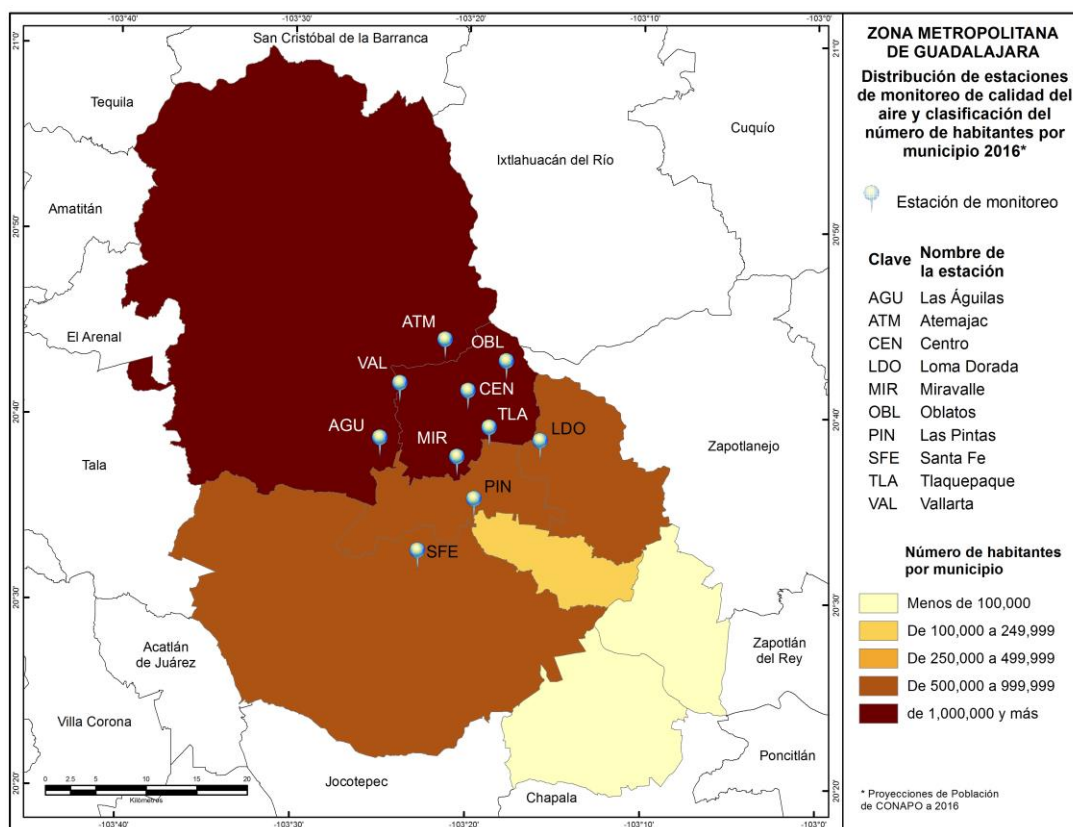
Aut. = Equipo automático

☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco.

**Figura 12.1 Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de la ZMG, 2016.**



## 12.2 Diagnóstico general de la calidad del aire.

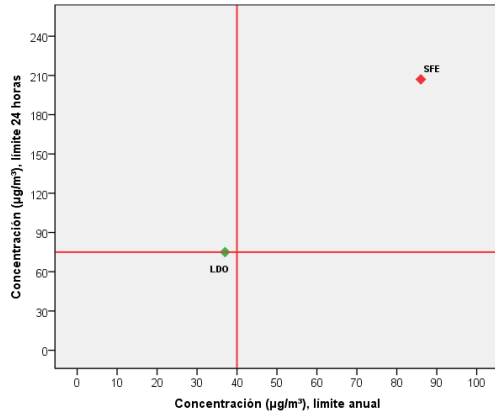
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la ZMG para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 12.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en la ZMG. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

*Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)*  
*Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*

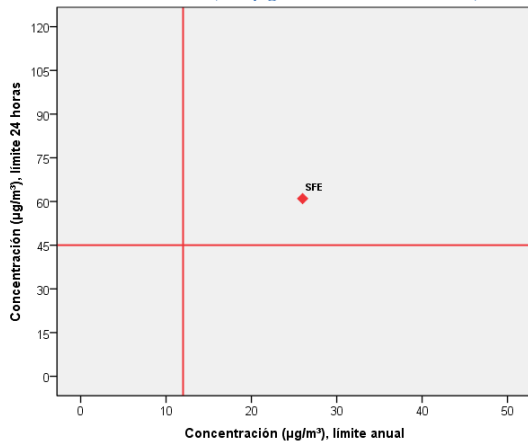


LDO - Loma Dorada, Tonalá  
 SFE - Santa Fe, Tlajomulco de Zúñiga

La evaluación del cumplimiento de la NOM de PM<sub>10</sub> sólo fue posible en las estaciones Loma Dorada (LDO) que se localiza en el municipio de Tonalá y Santa Fe (SFE) ubicada en Tlajomulco de Zúñiga. El resultado fue de cumplimiento en LDO e incumplimiento en SFE. En esta última estación se rebasaron los dos límites normados con concentraciones de 207 µg/m<sup>3</sup> como promedio de 24 horas y 86 µg/m<sup>3</sup> como promedio anual, concentraciones que equivalen a 2.8 y 2.1 veces el límite respectivo.

*Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>*

*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)*  
*Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*

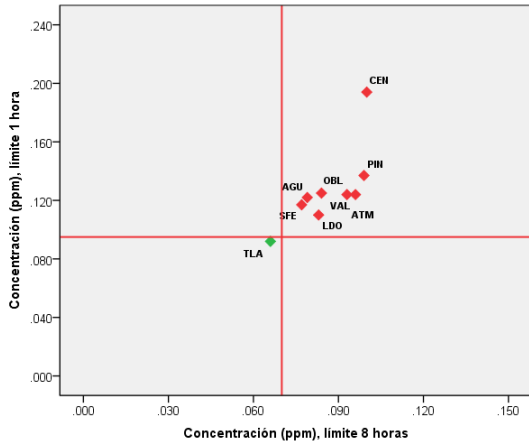


SFE - Santa Fe, Tlajomulco de Zúñiga

La evaluación del cumplimiento de la NOM de PM<sub>2.5</sub> sólo fue posible en la estación Santa Fe (SFE) que se ubica en Tlajomulco de Zúñiga y el resultado fue desfavorable al rebasarse los dos límites normados con concentraciones de 61 µg/m<sup>3</sup> como promedio de 24 horas y 26 µg/m<sup>3</sup> como promedio anual, las cuales son equivalentes a 1.3 y 2.2 veces el límite correspondiente.

Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)  
 Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



CEN – Centro, Guadalajara	PIN – Las Pintas, El Salto
OBL – Oblatos, Guadalajara	LDO – Loma Dorada, Tonalá
ATM- Atemajac, Zapopan	SFE – Santa Fe, Tlajomulco
AGU- Las Águilas, Zapopan	TLA – Tlaquepaque, Tlaquepaque
VAL – Vallarta, Zapopan	

La Norma de ozono fue incumplida en 8 de las 10 estaciones con capacidad para medir este contaminante en 2016 (CEN y OBL en Guadalajara; ATM, AGU y VAL en Zapopan; PIN en El Salto, LDO en Tonalá y SFE en Tlajomulco). En una no se pudo evaluar el cumplimiento de norma por insuficiencia de información (MIR que se localiza en Guadalajara) y en la única en donde sí se cumplió con la norma es la que se localiza en Tlaquepaque (TLA).

Las concentraciones más altas, tanto de 1 hora como de 8 horas, ocurrieron en la estación CEN que se ubica en el municipio de Guadalajara. Dichas concentraciones fueron 0.194 ppm y 0.100 ppm, respectivamente. Estos valores equivalen a 2 y 1.4 veces el límite normado respectivo.

La Tabla 12.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- La evaluación del cumplimiento de la Norma de PM<sub>10</sub> se pudo llevar a cabo en las estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de Tonalá (LDO) y Tlajomulco de Zúñiga (SFE). Los resultados fueron favorables en LDO dado que se cumplió con la norma y desfavorables en Santa Fe como consecuencia de haber rebasado los dos límites normados. En las otras ocho estaciones distribuidas en los municipios de Guadalajara, Zapopan, El Salto y Tlaquepaque no se generó información suficiente para cumplir con los criterios de completación de datos que establece la norma para poder llevar a cabo la evaluación de su cumplimiento.

- La información relativa a las partículas suspendidas  $PM_{2.5}$  sólo estuvo disponible para la estación Santa Fe, en Tlajomulco de Zúñiga, en la cual se rebasaron los dos límites normados con concentraciones que fueron equivalentes a 1.3 y 2.2 veces el límite de 24 horas y anual, respectivamente. En el resto de las estaciones que miden este contaminante en la zona metropolitana la información fue invalidada por el personal encargado de la gestión de este sistema de monitoreo al identificar fallas en la operación de los equipos, los cuales estuvieron asociados a la falta de mantenimiento de los mismos por escasez de insumos para llevarlo a cabo.
- Con respecto al ozono se observa que la Norma de calidad del aire para este contaminante sólo se cumplió en Tlaquepaque, en tanto que en Guadalajara, Zapopan, El Salto, Tonalá y Tlajomulco se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), siendo la ciudad de Guadalajara la que presentó las concentraciones más elevadas tanto de 1 como de 8 horas, las cuales fueron equivalentes a 2 y 1.4 veces el límite normado respectivo.

**Tabla 12.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Estación									
			Guadalajara			Zapopan			El Salto	Tonalá	Tlajomulco	Tlaquepaque
			CEN	MIR	OBL	ATM	AGU	VAL	PIN	LDO	SFE	TLA
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	75	207	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	37	86	DI
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	INV	INV	∅	INV	INV	INV	∅	∅	61	INV
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	INV	INV	∅	INV	INV	INV	∅	∅	26	INV
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.194	DI	0.125	0.124	0.122	0.124	0.137	0.110	0.117	0.092
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.100	DI	0.084	0.093	0.079	0.096	0.099	0.083	0.077	0.066

<sup>(1)</sup>NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup>NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

INV = Datos invalidados por responsables del SMCA.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

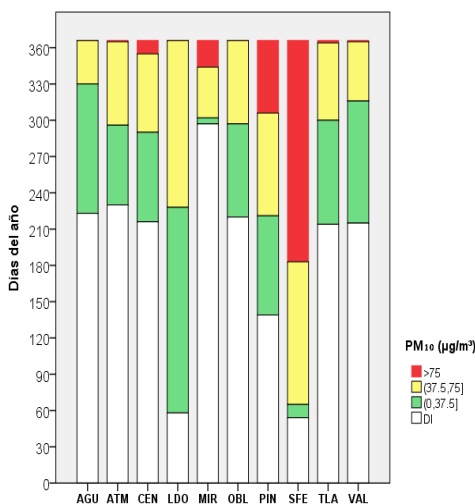
### 12.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

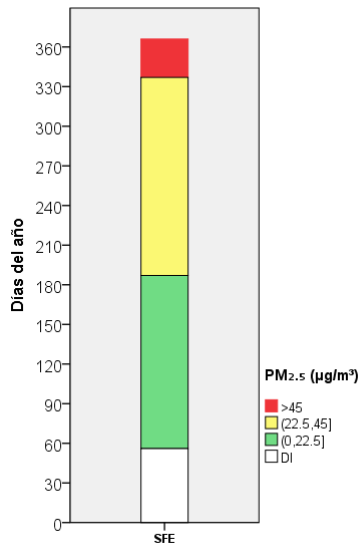
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> - límite de 24 horas hora*



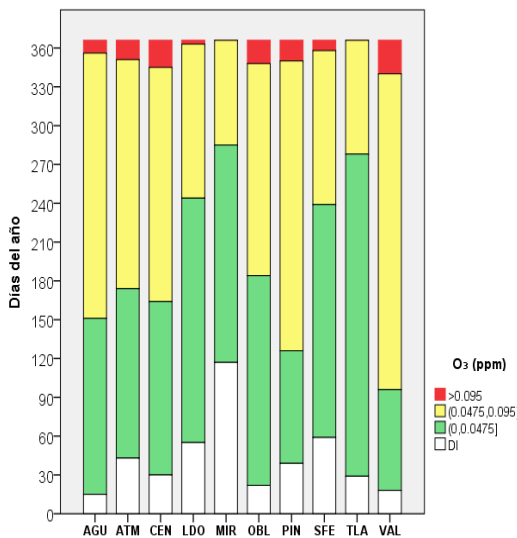
A pesar de que en la mayoría de las estaciones de monitoreo fueron abundantes los días en los que no se contó con información suficiente para generar este indicador fue posible identificar días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub> en El Salto, Guadalajara, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque y Zapopan. Siendo Tlajomulco (SFE) el sitio con el registro más alto de días en esta condición con un total de 183 en todo el año.

*PM<sub>2.5</sub> - límite de 24 horas hora*



Como se mencionó anteriormente sólo la estación de monitoreo Santa Fe, en Tlajomulco de Zúñiga, reportó información válida de PM<sub>2.5</sub> en toda la ZMG y los mismo indican que en 29 días se presentó mala calidad del aire por este contaminante, en 150 días ésta fue regular y en 131 buena. En los 56 días restantes no se produjo información suficiente para generar el indicador.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



En 8 de las 10 estaciones de monitoreo se registraron días con mala calidad del aire por ozono, siendo esta situación más frecuente en la estación VAL en Zapopan con 26 días, seguida de las estaciones CEN en Guadalajara con 21, OBL también en Guadalajara con 18, PIN en El Salto con 16 días y ATM en Zapopan con 15 días. Las únicas estaciones que no registraron días con mala calidad del aire fueron MIR en Guadalajara y TLA en Tlaquepaque.

A nivel de toda la zona metropolitana la Tabla 12.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. En ella se aprecia que en el 13% de los días con información válida y suficiente, en el caso del ozono, y en el 26% de los días, en el caso de las PM<sub>10</sub>, se registraron concentraciones superiores los límites normados correspondientes. Para PM<sub>2.5</sub> esta condición se presentó en el 9% de los días.



**Tabla 12.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Zona metropolitana	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
ZMG	352	91	26%	310	29	9%	352	47	13%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*En la entidad persistieron los problemas de calidad del aire tanto por partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, como por O<sub>3</sub>, lo cual se reflejó en el incumplimiento, a nivel de toda la zona metropolitana, de la norma de calidad del aire correspondiente para cada contaminante.*

*A nivel de municipio la Norma de ozono sólo se cumplió en Tlaquepaque, en tanto que en Guadalajara, Zapopan, El Salto, Tonalá y Tlajomulco se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas). Las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en Guadalajara, en tanto que la ocurrencia de concentraciones superiores al límite normado de 1 hora fue más frecuente en Zapopan.*

*Con respecto a las partículas PM<sub>10</sub>, la escasa información disponible permite visualizar la existencia de problemas de calidad del aire por este contaminante en El Salto, Guadalajara, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque y Zapopan, a pesar de que ello sólo se refleje en incumplimiento de norma en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. Esto es debido a que en las estaciones de monitoreo ubicadas en el resto de los municipios no se generó información que permitiera cumplir con los criterios de suficiencia de datos que se establece en la norma misma para llevar a cabo la evaluación de su cumplimiento.*

*La Norma de PM<sub>2.5</sub> también se incumplió en Tlajomulco de Zúñiga, único sitio dentro de la ZMG donde se pudo evaluar su cumplimiento.*

*Ante la evidencia arrojada por los datos disponibles, es recomendable mejorar el desempeño de este SMCA con respecto al monitoreo tanto de las PM<sub>10</sub> como de las PM<sub>2.5</sub>.*

## 13. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE MICHOACÁN.

### 13.1 Información general.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Michoacán, a cargo de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo integrado en el año 2016 por tres estaciones de monitoreo que se ubican en la ciudad de Morelia. Una en el centro histórico (ECH), una en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (ECU) y otra más en el Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB). La Tabla 13.1 muestra las capacidades de medición de contaminantes en dichas estaciones de monitoreo y el año en que cada una inició su operación. Asimismo, la Figura 13.1, muestra su ubicación geográfica.

En este informe sólo se incluye el análisis de la información generada en el año 2016 por las estaciones de monitoreo ubicadas en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Laboratorio Estatal de Salud Pública, enviada al INECC por la propia Universidad y la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS), respectivamente. La información de la estación ubicada en el Centro Histórico no fue enviada al INECC.

**Tabla 13.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Michoacán en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

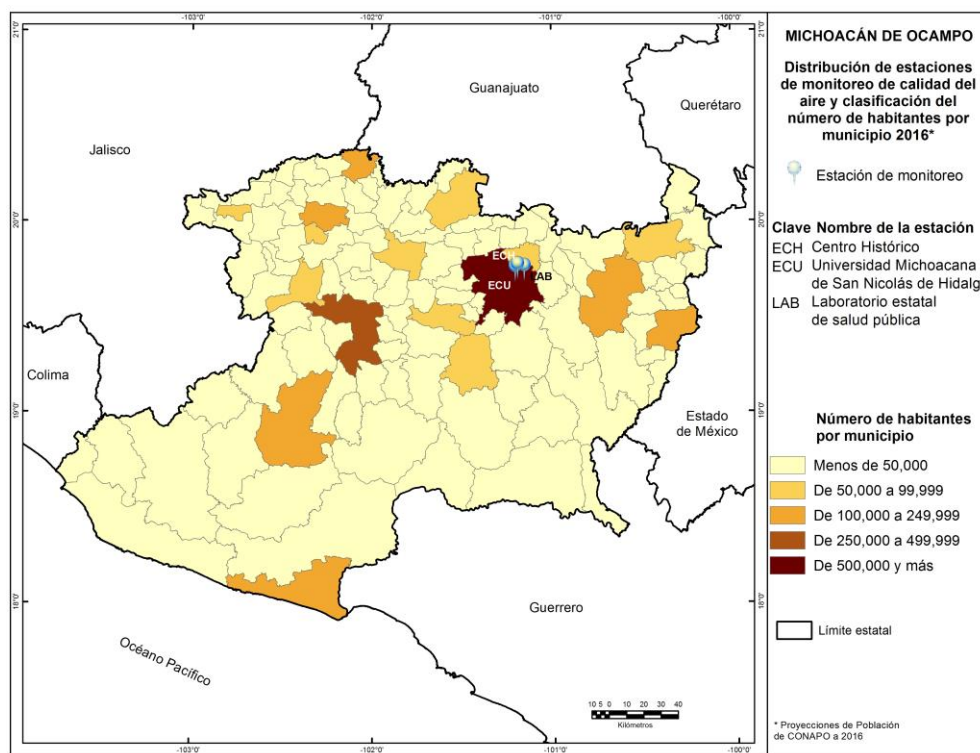
Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Centro histórico	ECH	Aut. 2005	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	ECU	Aut. 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Laboratorio Estatal de Salud Pública	LAB	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Aut. = Equipo automático.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Michoacán

**Figura 13.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Michoacán, 2016.**



### 13.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

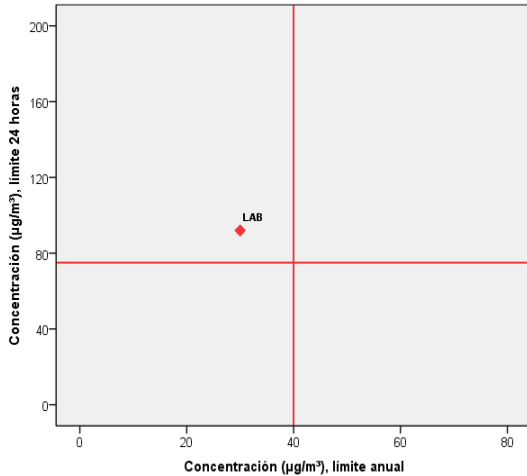
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de Morelia, Michoacán para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Es importante señalar que en este caso el proceso de validación de datos fue aplicado por el personal del INECC, dado que no se tuvo respuesta por parte de este SMCA a las dudas planteadas con respecto a la necesidad de ratificar o rectificar cierta información, por lo que los resultados que aquí se presentan pueden mostrar alguna variación con respecto a los que en su momento pudiera publicar el Estado de Michoacán.

#### 13.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

*Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)*  
*Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)*

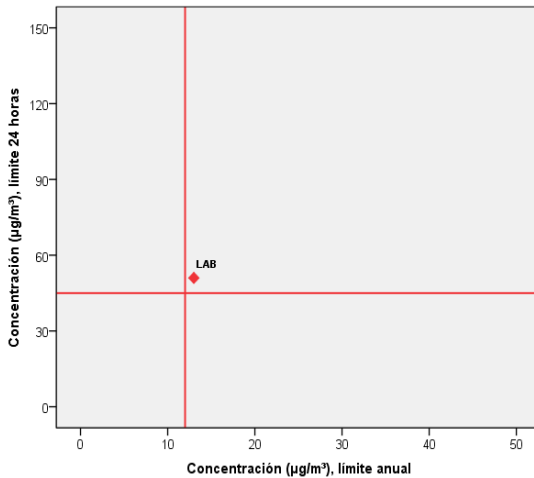


LAB – Laboratorio de Salud

En 2016 la evaluación de cumplimiento de la Norma de PM<sub>10</sub> en la ciudad de Morelia sólo se pudo realizar con la información generada por la estación de monitoreo ubicada en el Laboratorio Estatal de Salud Pública y los resultados de tal evaluación indican incumplimiento debido a que se rebasó el límite normado de 24 horas con una concentración de 92 µg/m<sup>3</sup>, que es 23% superior al mismo.

*Partículas Suspensas – PM<sub>2,5</sub>*

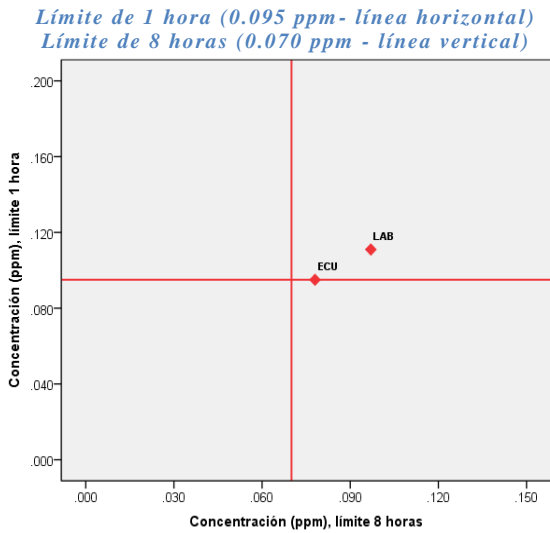
*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)*  
*Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)*



LAB – Laboratorio de Salud

En el caso de las PM<sub>2,5</sub>, la evaluación de cumplimiento de Norma igualmente sólo se pudo realizar con la información generada en la estación LAB y los resultados indican incumplimiento de la misma, sólo que en ese caso se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual), con concentraciones de 51 µg/m<sup>3</sup> como promedio de 24 horas y de 13 µg/m<sup>3</sup> como promedio anual, las cuales son 13% y 8% superiores a su límite normado respectivo.

Ozono – O<sub>3</sub>



LAB – Laboratorio de Salud  
 ECU – Universidad Michoacana

La Norma de ozono se pudo evaluar en las dos estaciones que lo midieron durante todo el año y los resultados indican que en ambas se incumple la misma. En la estación LAB se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas) y en la estación ECU sólo el límite de 8 horas.

Las concentraciones de ozono más altas, tanto de 1 como de 8 horas, se registraron en la estación LAB. Estas fueron de 0.111 ppm y 0.097 ppm, respectivamente y son 12% y 39% superiores al límite normado correspondiente.

La Tabla 13.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- La evaluación de cumplimiento de la Norma de PM<sub>10</sub> sólo se pudo realizar en la estación de monitoreo ubicada en Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB) y los resultados fueron desfavorables al superarse el límite normado de 24 horas para este contaminante.
- El cumplimiento de los límites normados de PM<sub>2.5</sub> sólo se pudo evaluar en una de las estaciones de monitoreo y en esta se rebasaron los dos límites normados para este contaminante.
- La norma de ozono se pudo evaluar en dos de las tres estaciones de monitoreo con capacidad de medición de este contaminante y en ninguna de ellas se cumplió con la misma.

**Tabla 13.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelia, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		ECH	ECU	LAB
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	IND	DI	92
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	IND	DI	30
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	IND	DI	51
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	IND	DI	13
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	IND	0.095	0.111
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	IND	0.078	0.097

<sup>(1)</sup>NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a)

<sup>(2)</sup>NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

IND = Información no disponible.

DI = Datos insuficientes.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 13.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

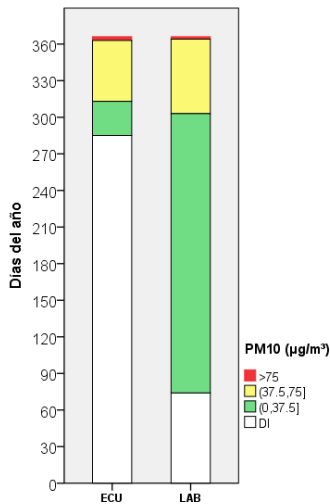
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de

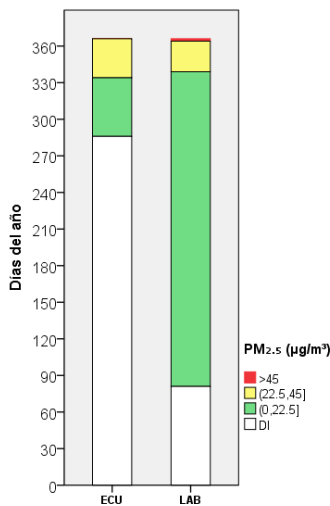
monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



La figura muestra que en la estación de monitoreo ECU (ubicada en Ciudad Universitaria), predominaron los días en los que no se contó con información suficiente para generar el indicador y a pesar de ello, 3 de los 81 días en los que sí se pudo generar éste se presentaron concentraciones superiores al límite normado. Por otra parte, en la estación LAB aunque predominaron los días con buena calidad del aire, se registraron 2 días con concentraciones que superaron el límite establecido en la Norma correspondiente.

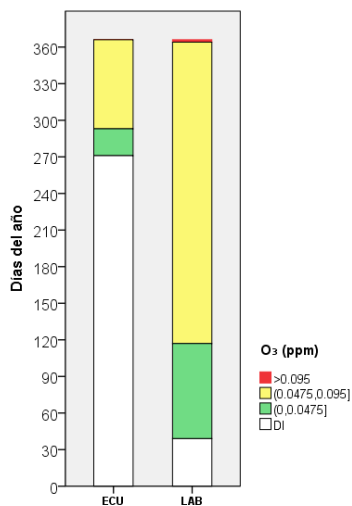
*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



De las dos estaciones de monitoreo que midieron PM<sub>2.5</sub> en la ciudad de Morelia durante el año 2016, sólo una registró mala calidad del aire motivada por este contaminante. Dicha estación es la ubicada en el Laboratorio Estatal de Salud Pública y 2 fueron los días en esta condición. Más del 70% de los días presentaron calidad del aire buena y 7% regular.

En la estación de monitoreo ECU que se localiza en el centro de la ciudad, en el 78% de los días no se pudo generar el indicador por falta de información, el 13% de los días presentaron buena calidad del aire y en el 9% restante la calidad del aire fue regular.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



Con respecto a ozono, sólo se registraron un par días con mala calidad del aire por este contaminante en la estación LAB, en tanto que en la estación ECU dominaron los días con información insuficiente para generar el indicador.

A nivel de toda la ciudad, la Tabla 13.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Estimación hecha sobre la base del número de días con información válida y suficiente en 2016. En ella se aprecia que el contaminante que determinó una condición de mala calidad del aire con mayor frecuencia en la ciudad fue PM<sub>10</sub>.

**Tabla 13.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>*</sup>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Morelia	320	5	2%	314	2	1%	336	2	1%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.



*En la ciudad de Morelia se identificaron problemas de calidad del aire por  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $O_3$ , pues se tuvo registro de concentraciones ambientales que rebasaron al menos uno de los límites normados para cada contaminante. Los días en esta condición fueron más frecuentes para  $PM_{10}$  con un total de 5, seguidos de  $PM_{2.5}$  y  $O_3$  con 2 en cada caso.*

*Es fundamental mejorar el desempeño de este SMCA, pues aunque existen tres estaciones de monitoreo sólo una fue capaz de generar información suficiente para evaluar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de los tres contaminantes incluidos en este informe. De las dos restantes una sólo pudo generar información suficiente para evaluar el cumplimiento de la norma de un contaminante (ozono) y la otra estación no envió la información generada al INECC para su análisis.*

## 14. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE MORELOS.

### 14.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Morelos, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, estuvo integrado por las estaciones de monitoreo automático localizadas en los municipios de Cuernavaca (Palacio de gobierno), Cuautla (Palacio municipal), Ocuituco (Palacio municipal) y Zacatepec (Instituto Tecnológico).

La Tabla 14.1 muestra las capacidades de medición de contaminantes en cada estación de monitoreo y el año en que cada una de ellas inició su operación. Con respecto a 2015, destaca la incorporación de la medición de partículas suspendidas  $PM_{2.5}$  en las estaciones de monitoreo de las ciudades de Cuernavaca y Cuautla.

La Figura 14.1, muestra la ubicación geográfica de cada estación de monitoreo.

**Tabla 14.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
			$PM_{10}$	$PM_{2.5}$	$O_3$	$SO_2$	$NO_2$	CO
Palacio de gobierno de Cuernavaca	PGO	Aut. 2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Palacio municipal de Cuautla	PMNC	Aut. 2006	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Palacio municipal de Ocuituco	PMNO	Aut. 2001	✓	✘	✓	✓	✓	✓
Instituto Tecnológico de Zacatepec	TEC	Aut. 2007	✓	✘	✓	✓	✓	✓

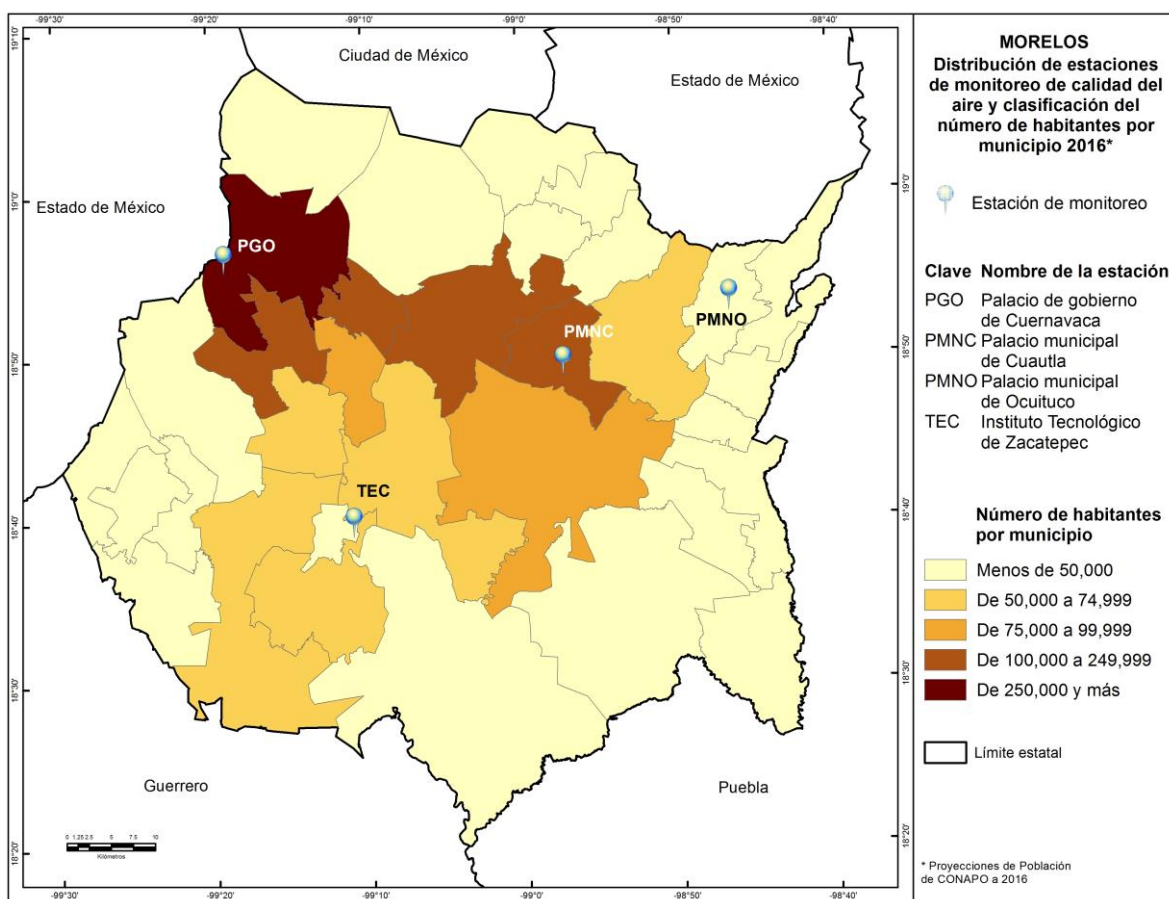
Aut. = Equipo automático.

✘ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.

**Figura 14.1. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Morelos, 2016.**



## 14.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

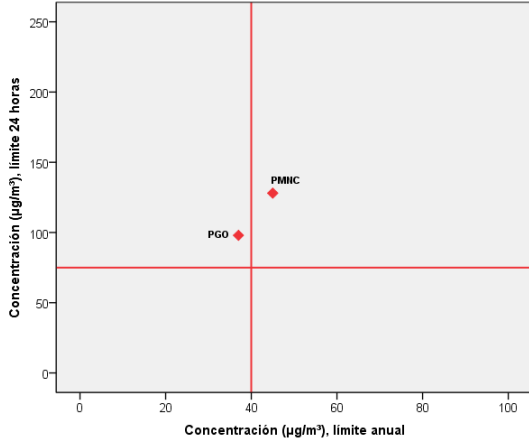
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Morelos para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 14.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Morelos. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

*Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)*  
*Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)*



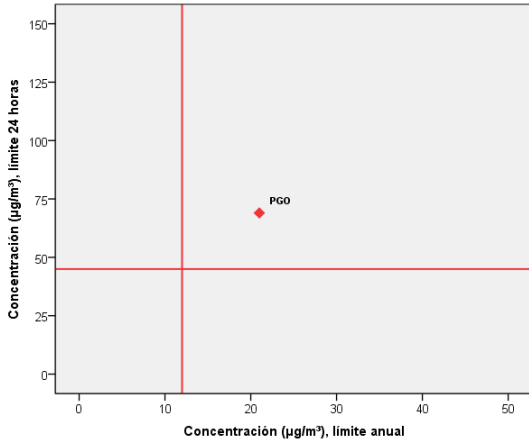
PGO – Palacio de Gobierno de Cuernavaca  
 PMNC – Palacio Municipal de Cuautla

En 2016 sólo fue posible evaluar cumplimiento de la Norma de PM<sub>10</sub> en Cuernavaca y Cuautla. En ambos casos se registró incumplimiento de la misma. En Cuautla (PMNC) se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual) y en Cuernavaca (PGO) sólo el de 24 horas.

Las concentraciones más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en Cuautla (PMNC). Dichas concentraciones fueron: 128 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas y 45 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual. El primero es 70% superior al valor normado y el segundo 12% mayor al límite respectivo.

*Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>*

*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)*  
*Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)*

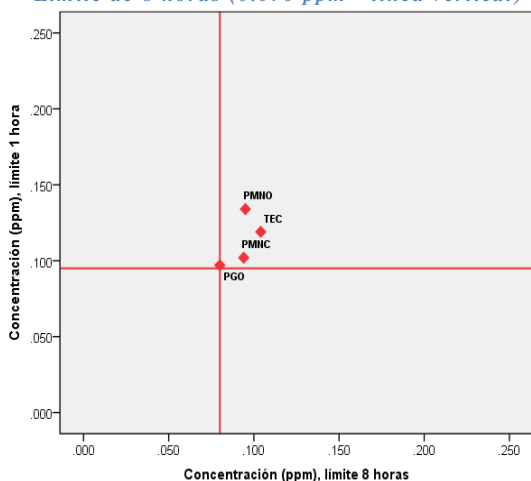


PGO – Palacio de Gobierno de Cuernavaca

En Morelos la evaluación de cumplimiento de Norma para PM<sub>2.5</sub> sólo se pudo realizar en la estación de monitoreo ubicada en la ciudad de Cuernavaca. En ella la concentración máxima como promedio de 24 horas (69 µg/m<sup>3</sup>) fue equivalente a 1.5 veces el límite normado, en tanto que el promedio anual fue equivalente a 1.8 veces el límite correspondiente.

Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm - línea horizontal)  
 Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



PGO – Palacio de Gobierno de Cuernavaca  
 PMNC – Palacio Municipal de Cuautla  
 PMNO – Palacio Municipal de Ocuiluco  
 TEC – Tecnológico de Zacatepec

La norma de ozono se incumplió en todas las estaciones de monitoreo en el año 2016. De hecho, en todas ellas, se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas). Las concentraciones máximas de 1 hora oscilaron entre 0.097 ppm (Cuernavaca-PGO) y 0.134 ppm (Ocuiluco-PMNO). Concentraciones que son entre 2% y 41% superiores a límite normado, respectivamente. Por su parte las concentraciones máximas, como promedios de 8 horas, oscilaron entre 0.080 ppm (Cuernavaca-PGO) y 0.104 ppm (Zacatepec-TEC), que equivalen a 1.14 y 1.48 veces el límite normado.

La Tabla 14.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- En todas las estaciones de monitoreo donde fue posible la evaluación de cumplimiento de las normas de calidad del aire para partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) y ozono, se registró incumplimiento de las mismas.
- En el caso de las PM<sub>10</sub>, las concentraciones más altas se registraron en Cuautla, seguidas de las registradas en Cuernavaca, en tanto que en el caso de las PM<sub>2.5</sub> sólo se contó con información disponible para Cuernavaca donde los límites normados fueron rebasados con concentraciones superiores en un 50% al límite de 24 horas y en un 75% al límite como promedio anual.
- La Norma de ozono fue la única que pudo evaluarse en las cuatro estaciones de monitoreo con que cuenta el Estado de Morelos, y en todas ellas se rebasaron los dos límites normados, encontrándose que las concentraciones más altas, como promedio de una hora, se registraron en Ocuiluco, seguidas de las registradas en Zacatepec, Cuautla y Cuernavaca.

**Tabla 14.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelos, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Cuernavaca	Cuatla	Ocuituco	Zacatepec
			PGO	PMNC	PMNO	TEC
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	98	128	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	37	45	DI	DI
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	69	DI	∩	∩
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	21	DI	∩	∩
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.097	0.102	0.134	0.119
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.080	0.094	0.095	0.104

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

∩ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 14.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

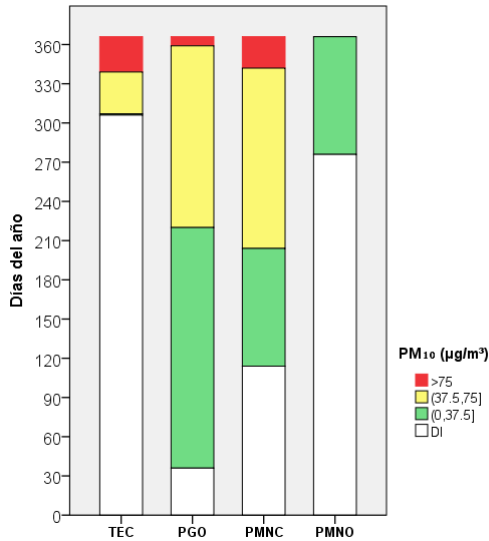
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de

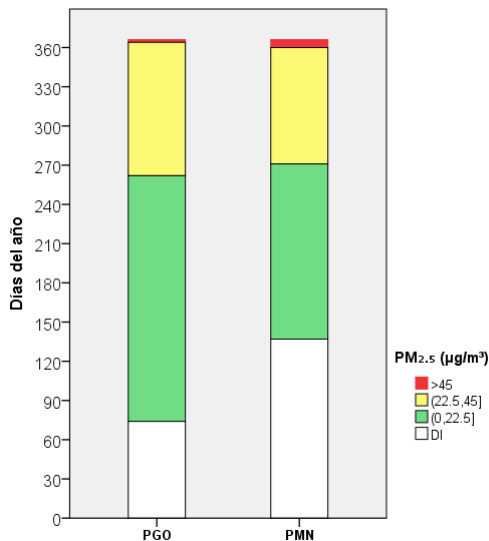
monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



En tres de las cuatro estaciones de monitoreo que conforman este SMCA, se registraron concentraciones superiores al límite normado, lo que las llevó a reportar días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub>. Estas estaciones fueron: TEC en Zacatepec, PGO en Cuernavaca y PMNC en Cuautla. Llama la atención que la mayor cantidad de días con calidad del aire mala por PM<sub>10</sub> fue TEC a pesar de ser la estación en la que hubo un mayor porcentaje de días con información insuficiente para generar el indicador, situación que deja ver un problema importante de calidad del aire que no se refleja en incumplimiento de Norma por no cumplirse los criterios de suficiencia de datos que establece la misma.

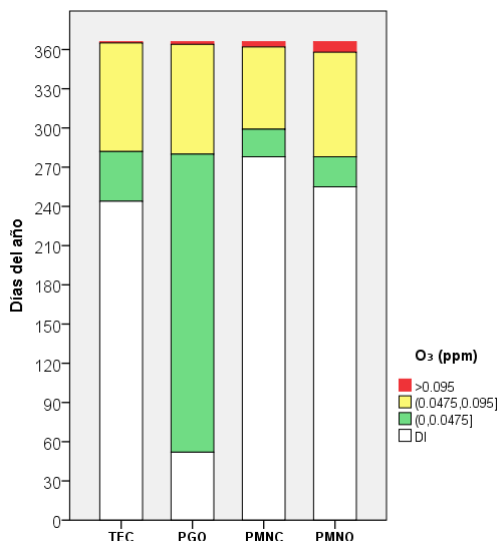
*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



En las dos estaciones de monitoreo que midieron PM<sub>2.5</sub> (PGO, ubicada en Cuernavaca y PMNC localizada en Cuautla) se registraron días con mala calidad del aire en 2016. En la primera fueron 2 días y en la segunda 6 días, lo que equivale a 0.5% y 1.6 % del total de días de 2016, respectivamente.

Por otra parte, en ambas estaciones los días del año que tuvieron buena calidad del aire (verde) fueron superiores al 35% y los días con calidad del aire regular (amarillo) al 20%.

O<sub>3</sub> - límite de 1 hora



Días con mala calidad del aire por ozono se presentaron en todas las estaciones de monitoreo de la entidad: PGO de Cuernavaca (2 días), PMNC de Cuautla (4 días), PMNO de Ocuilco (8 días) y TEC de Zacatepec (1 día). Situación que las llevó al incumplimiento de la Norma, a pesar de que en algunas de ellas como TEC, PMNC y PMNO se tuviera menos del 75% de los datos horarios posibles en un año. Esto obedece al hecho de que en la Norma de calidad del aire de este contaminante se establece que en caso de que se tenga menos del 75% de los registros en el periodo y al menos 1 de las concentraciones horarias sea mayor que 0.095 ppm, se incumplirá la Norma.

A nivel de ciudad la Tabla 14.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Estimación hecha sobre la base del número de días con información válida y suficiente en 2016. En ella se aprecia que las partículas PM<sub>10</sub> son el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Zacatepec, Cuautla y Cuernavaca, así como lo es el ozono en Ocuilco.

Tabla 14.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

Ciudad	PM <sub>10</sub> *			PM <sub>2.5</sub> *			O <sub>3</sub> *		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Cuautla	252	24	10%	∅	∅	∅	88	4	5%
Ocuilco	90	0	0%	∅	∅	∅	111	8	7%
Cuernavaca	330	7	2%	292	2	1%	314	2	1%
Zacatepec	60	27	45%	229	6	3%	122	1	1%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.  
 ∅ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.



*La información disponible revela la existencia de problemas de calidad del aire por ozono en Cuernavaca, Cuautla, Ocuituco y Zacatepec, pues en ninguno de ellos se cumple con la norma correspondiente al ser rebasados los dos límites normados (1 y 8 horas).*

*En el caso de las partículas, se identificaron problemas de calidad del aire tanto por  $PM_{10}$  como por  $PM_{2.5}$  en Cuernavaca y sólo por  $PM_{10}$  en Cuautla. En ambos casos se registró incumplimiento de Norma.*

*En Zacatepec también es posible la existencia de problemas de calidad del aire por  $PM_{10}$  ya que fue el municipio en el que se presentaron la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas con 27. Esto, sin embargo, no se vio reflejado en incumplimiento de Norma porque no se cumplió con el criterio de suficiencia de información que se establece en ésta.*

## 15. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE NAYARIT.

### 15.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Nayarit, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo integrado por dos estaciones de monitoreo automático localizadas en la ciudad de Tepic. La Tabla 15.1 muestra las capacidades de medición de contaminantes en cada estación de monitoreo, y el año en que cada una de ellas inició su operación. La Figura 15.1, por su parte, muestra la ubicación geográfica de dichas estaciones.

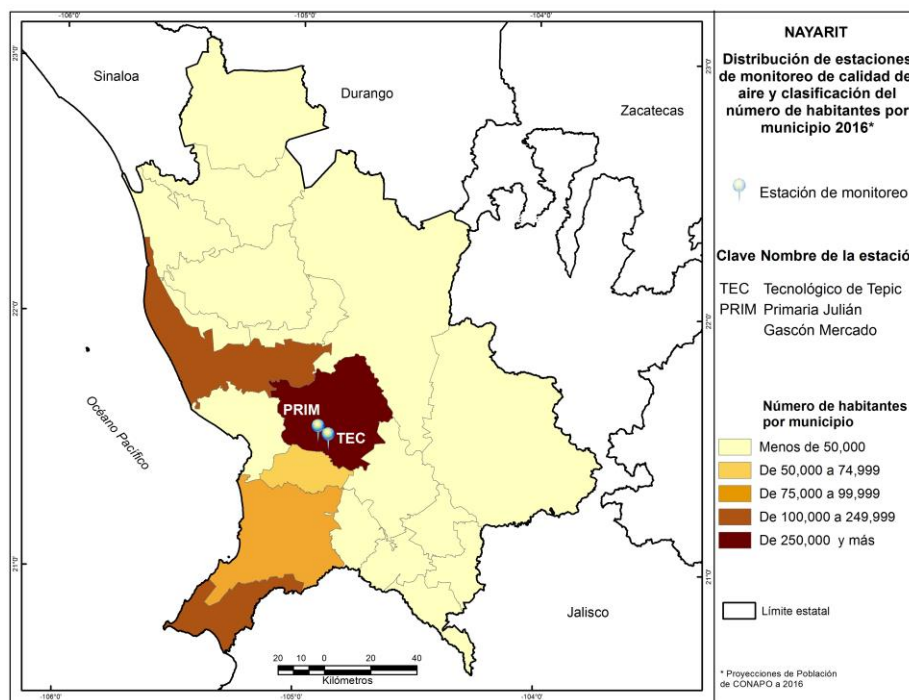
**Tabla 15.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Tecnológico de Tepic	TEC	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Primaria Julián Gascón Mercado	PRIM	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Aut. = Equipo automático; ✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nayarit.

**Figura 15.1. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Nayarit, 2016.**



## 15.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

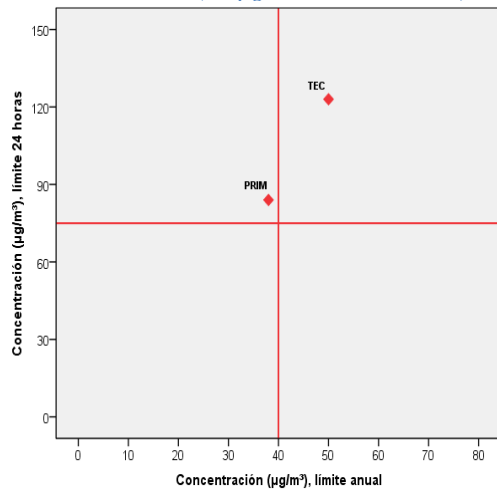
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Nayarit para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 15.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Nayarit, específicamente en la ciudad de Tepic. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

#### *Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - línea horizontal)*  
*Límite anual (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - línea vertical)*



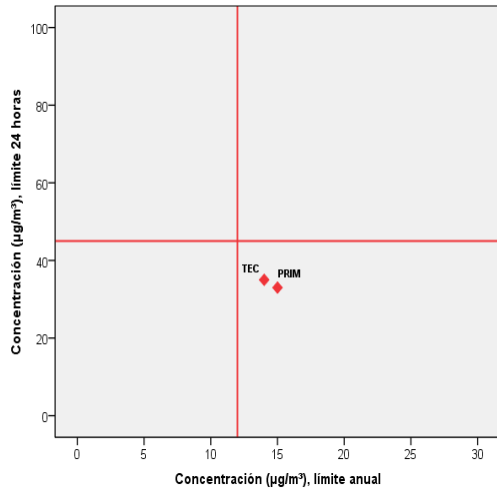
PRIM – Primaria Julián Gascón Mercado  
 TEC – Tecnológico de Tepic

La Norma de PM<sub>10</sub> se incumplió en las dos estaciones de monitoreo que miden este contaminante en la ciudad de Tepic. En la estación TEC se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual) y en la estación PRIM sólo el de 24 horas.

Las concentraciones más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en la estación TEC. Dichas concentraciones fueron: 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio de 24 horas y 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio anual. El primero es 64% superior al valor normado y el segundo 25% mayor al límite respectivo.

*Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>*

*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)*  
*Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)*

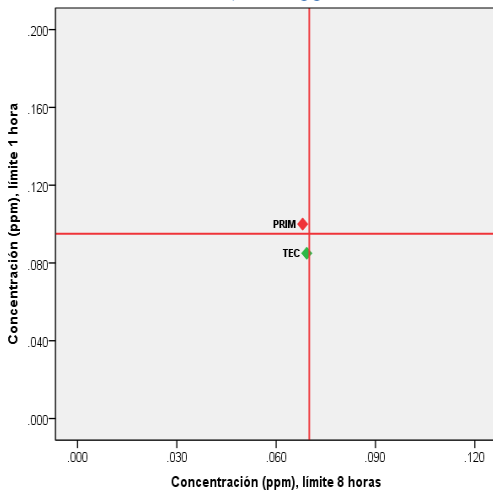


La norma de PM<sub>2.5</sub> también se incumplió en la ciudad de Tepic en el año 2016 y ello ocurrió como consecuencia de que en las dos estaciones de monitoreo de la ciudad se rebasó el límite normado anual, con concentraciones de 14 µg/m<sup>3</sup> en la estación TEC y 15 µg/m<sup>3</sup> en la estación PRIM. Dichas concentraciones promedio son superiores al límite normado en 17% y 25%, respectivamente.

PRIM – Primaria Julián Gascón Mercado  
 TEC – Tecnológico de Tepic

*Ozono – O<sub>3</sub>*

*Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)*  
*Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)*



La norma de ozono se incumplió en Tepic, debido a que en una de las dos estaciones de monitoreo que operan en la ciudad se rebasó el límite normado de 1 hora, con una concentración de 0.100 ppm que es 5% superior a dicho límite.

PRIM – Primaria Julián Gascón Mercado  
 TEC – Tecnológico de Tepic

La Tabla 15.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- En 2016 hubo incumplimiento de la Norma de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en las dos estaciones de monitoreo que operaron en la ciudad de Tepic, en tanto que la Norma de ozono sólo se rebasó en una estación.
- Aunque en la estación de monitoreo PRIM se cumple con el límite normado anual de PM<sub>10</sub>, la Norma establece que para que un sitio cumpla con lo establecido en la misma se deben cumplir los límites normados (24 horas y anual). Por ello, la evaluación general en este sitio es de incumplimiento.
- Las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> se mantuvieron por debajo del límite normado de 24 horas en las dos estaciones de monitoreo de la ciudad; sin embargo, en ambas estaciones se rebasó el límite normado como promedio anual.
- El límite normado de 1 hora de O<sub>3</sub> se rebasó en la estación PRIM con concentraciones que fueron 5% superior a dicho límite. Por otra parte, en la estación TEC las concentraciones registradas se mantuvieron por debajo de los límites tanto de 1 como de 8 horas.

**Tabla 15.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Nayarit, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		PRIM	TEC
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	84	123
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	38	50
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	33	35
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	15	14
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.100	0.085
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.068	0.069

<sup>(1)</sup>NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup>NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

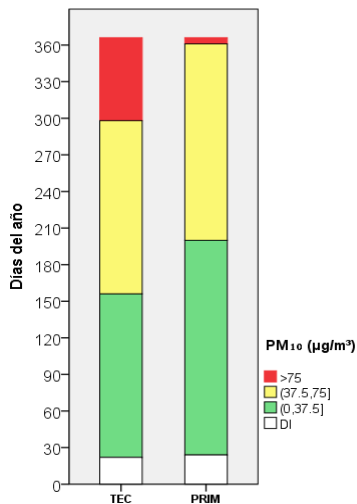
### 15.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

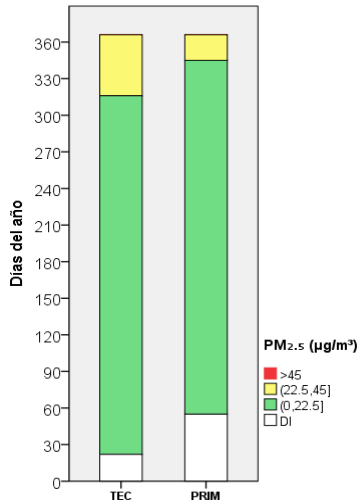
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



En las dos estaciones de monitoreo se registraron días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub>, los cuales representaron el 1% del total de días del año 2016 en la estación PRIM y el 19% en la estación TEC. A pesar de ello, en la primera dominaron los días con buena calidad del aire con el 48% del total de días en el año, y en la segunda los días con calidad del aire regular, con el 44% del total días.

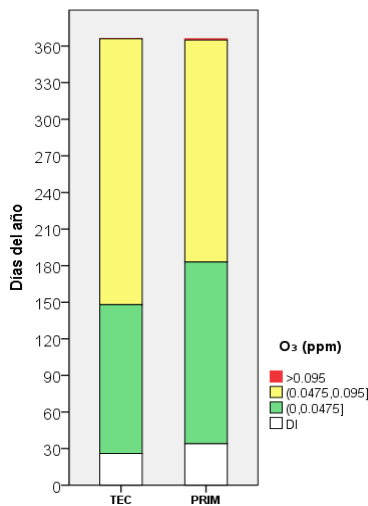
*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



La figura muestra claramente que en ambas estaciones de monitoreo dominaron los días con buena calidad del aire. De hecho, los días en esta condición representaron el 79% del total de días del año en la estación PRIM y el 80% de los días en la estación TEC

Destaca también que en ningún caso se presentaron días con mala calidad del aire.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



En la estación PRIM dominaron los días con calidad del aire regular (50%), seguidos de los días con calidad del aire buena (41%), días con datos insuficientes para estimar el indicador (9%) y días con mala calidad del aire (0.3%). En la estación TEC, por su parte, también dominaron los días con calidad del aire regular (60%), seguidos de los días con calidad del aire buena (33%) y de los días con información insuficiente para generar el indicador (7%). Esto es, sólo en una estación hubo 1 día con mala calidad del aire por ozono.

A nivel de toda la ciudad, la Tabla 15.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad son las PM<sub>10</sub> con el 19% de los días con datos válidos en esta condición.

**Tabla 15.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>*</sup>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Tepic	364	68	19%	363	0	0%	365	1	0.3%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*Se identificó el incumplimiento de las normas de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y O<sub>3</sub> en la ciudad de Tepic para el año 2016. En las dos estaciones de monitoreo que operaron en la ciudad se encontró que al menos uno de los dos límites normados para cada contaminante fue rebasado, siendo el caso más severo el de las PM<sub>10</sub> en la estación TEC, ya que fue el único sitio donde se rebasaron los dos límites para este contaminante.*

*A pesar de tener sólo dos años en funcionamiento, este sistema de monitoreo ha consolidado sus procesos operativos y ello le ha permitido generar información validada suficiente para elaborar los indicadores usados en este documento, entre ellos el de evaluación de cumplimiento de las diferentes normas de calidad del aire.*



## 16. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE NUEVO LEÓN.

### 16.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Nuevo León, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), la cual está constituida por 10 estaciones de monitoreo automático. Dos estaciones se localizan en el municipio de Monterrey (Obispado - CE y San Bernabé - NO) y una más en cada uno de los siguientes municipios: Apodaca (Apodaca – NE2), General Escobedo (Escobedo – N), García (García – NO2), Juárez (Juárez SE2), Guadalupe (La Pastora – SE), San Nicolás de los Garza (San Nicolás – NE), San Pedro Garza García (San Pedro – SO2) y Santa Catarina (Santa Catarina – SO).

La Tabla 16.1 muestra las estaciones de monitoreo que conformaron el SMCA de Nuevo León en el año 2016, sus capacidades de medición de contaminantes y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 16.1, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo que conformaron este sistema en el año referido.

**Tabla 16.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Nuevo León en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Obispado	CE	Aut. 1992	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Bernabé	NO	Aut. 1992	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Apodaca	NE2	Aut. 2012	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escobedo	N	Aut. 2009	✓	✘	✓	✓	✓	✓
García	NO2	Aut. 2009	✓	✘	✓	✓	✓	✓
Juárez	SE2	Aut. 2012	✓	✘	✓	✓	✓	✓
La Pastora	SE	Aut. 1992	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Nicolás	NE	Aut. 1992	✓	✓	✓	✓	✓	✓
San Pedro	SO2	Aut. 2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Santa Catarina	SO	Aut. 1992	✓	✓	✓	✓	✓	✓

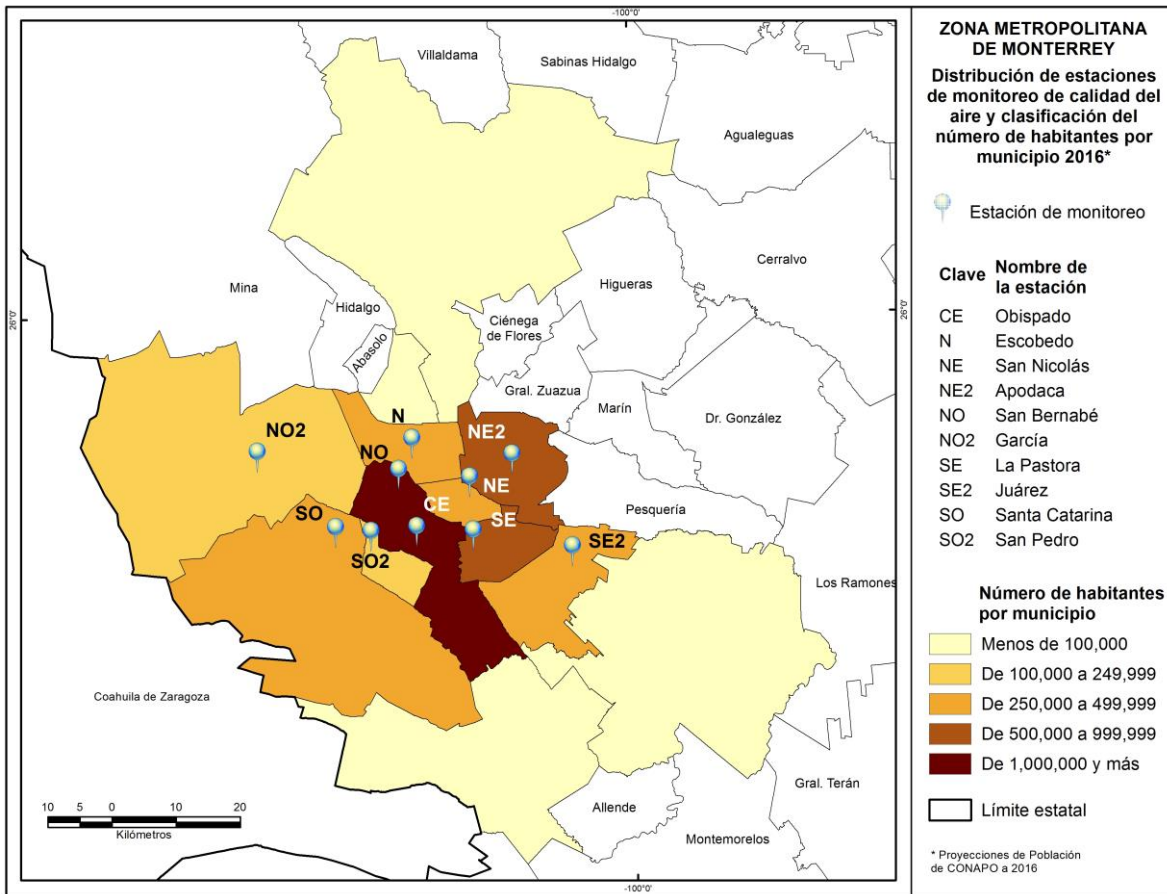
Aut. = Equipo automático.

✘ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León.

Figura 16.1 Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del AMM, 2016.



## 16.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

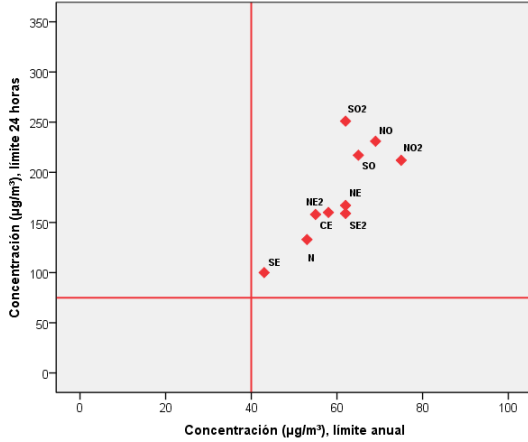
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en el AMM para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 16.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en el AMM. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>

Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)  
 Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)



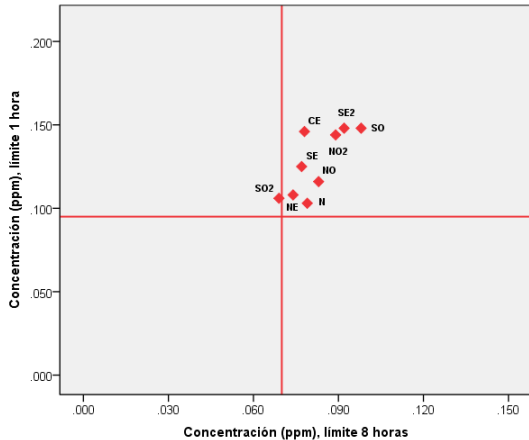
CE – Obispo	SE2 – Juárez
NO – San Bernabé	SE – La Pastora
NE2 – Apodaca	NE – San Nicolás
N – Escobedo	SO2 – San Pedro
NO2 - García	SO – Santa Catarina

En 2016 todas las estaciones de monitoreo del AMM registraron concentraciones superiores tanto al límite normado de 24 horas como al anual de PM<sub>10</sub>, por lo que la NOM correspondiente no se cumplió en ninguna de ellas.

Las concentraciones más altas, como promedio de 24 horas y como promedio anual, se registraron en las estaciones SO<sub>2</sub> (en San Pedro) y NO<sub>2</sub> (en García), respectivamente. Dichas concentraciones fueron: 251 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas y 75 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual. El primero es equivalente a 3.3 veces el valor normado y el segundo a casi 2 veces el límite respectivo.

Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)  
 Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



CE – Obispo	SE – La Pastora
NO – San Bernabé	NE – San Nicolás
NE2 – Apodaca	SO2 – San Pedro
N – Escobedo	SO – Santa Catarina
SE2 – Juárez	

La norma de ozono se incumplió en todas las estaciones de monitoreo en el año 2016. Salvo en la estación SO<sub>2</sub> que se ubica en el municipio de San Pedro, donde sólo se rebasó el límite de 1 hora, en todas las demás estaciones se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas).

Las concentraciones más altas, tanto como promedio de 1 hora como de 8 horas, se presentaron en la estación SO que se localiza en Santa Catarina y fueron de 0.148 ppm y 0.098 ppm, que equivale a 1.6 veces y 1.4 veces el límite normado respectivo

La Tabla 16.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que en todas las estaciones ubicadas en Monterrey, Apodaca, Escobedo, García, Juárez, Guadalupe, San Nicolás, San Pedro y Santa Catarina, en donde fue posible llevar a cabo dicha evaluación se incumplieron las normas de PM<sub>10</sub> y ozono. Igualmente destaca que en la mayoría de las estaciones de monitoreo se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas para ozono y 24 horas y promedio anual para PM<sub>10</sub>).

En el caso particular de las PM<sub>2.5</sub> destaca el hecho de que en ninguna de las estaciones de monitoreo en las que se midió este contaminante se generó información suficiente para poder evaluar el cumplimiento de la norma.

**Tabla 16.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en el AMM, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Estación									
			Monterrey		Apodaca	Escobedo	García	Juárez	Guadalupe	San Nicolás	San Pedro	Santa Catarina
			CE	NO	NE2	N	NO2	SE2	SE	NE	SO2	SO
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	158	231	160	133	212	167	100	159	251	217
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	55	69	58	53	75	62	43	62	62	65
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	FO	DI	DI	∞	∞	∞	DI	DI	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	FO	DI	DI	∞	∞	∞	DI	DI	DI	DI
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.146	0.116	FO	0.103	0.144	0.148	0.125	0.108	0.106	0.148
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.078	0.083	FO	0.079	0.089	0.092	0.077	0.074	0.069	0.098

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación.

∞ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

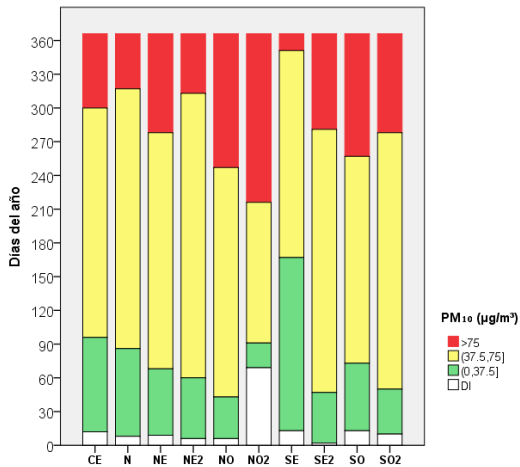
### 16.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

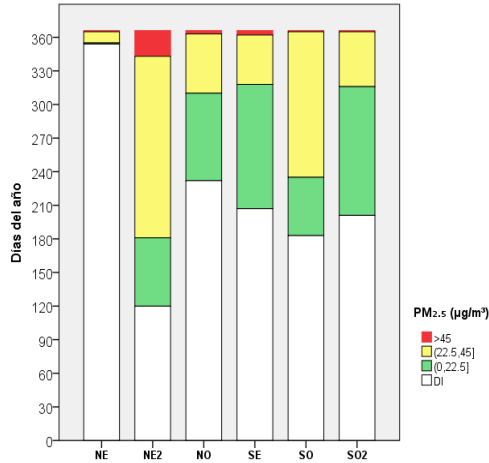
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



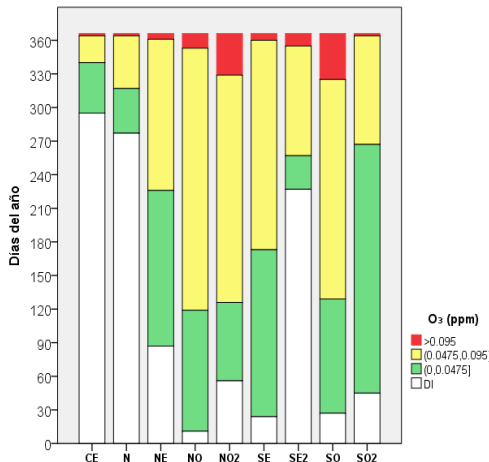
En todas las estaciones de monitoreo se presentaron días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub> (rojo). Sin embargo, son las estaciones NO<sub>2</sub> y NO las que con mayor frecuencia presentaron esta condición (150 y 119 días del total de días del año 2016, respectivamente). También se observa que en todas las estaciones de monitoreo las condiciones de calidad del aire regular fue la más frecuente, en tanto que la cantidad de días con calidad del aire buena (verde) por PM<sub>10</sub> fue más abundante en la estación SE en Guadalupe.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



Esta figura permite establecer que los problemas de calidad del aire por PM<sub>2.5</sub> en Monterrey pueden ser una realidad aunque no se expresen en incumplimiento de la NOM correspondiente, pues en todas las estaciones de monitoreo se presentaron días con mala calidad del aire por este contaminante, siendo más abundantes en la estación NE2 en Apodaca, seguida de SE en Guadalupe y NO en Monterrey. Es claro que esta situación no se refleja en incumplimiento de norma debido a que no se generó información suficiente para poder llevar a cabo tal evaluación con los criterios de suficiencia de datos que se establecen en la misma.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



En todas las estaciones de monitoreo que midieron este contaminante en 2016 se presentaron días con mala calidad del aire por ozono, aún en aquellas estaciones como CE (en Monterrey), N (en Escobedo) y SE2 (en Juárez), en donde en más del 65% de los días del año no se produjo información suficiente (blanco) para generar el indicador.

A nivel de toda el área metropolitana la Tabla 16.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la zona son las PM<sub>10</sub>, con el 58% de los días con datos válidos en esta condición, seguida por el ozono con el 16% y las PM<sub>2.5</sub> con el 9%.

**Tabla 16.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Zona metropolitana	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>*</sup>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
AMM	366	212	58%	331	29	9%	365	59	16%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*Se identificaron problemas de calidad del aire tanto por PM<sub>10</sub> como por O<sub>3</sub> en el Área Metropolitana de Monterrey, pues en todas las estaciones de monitoreo en donde fue posible llevar a cabo la evaluación del cumplimiento de estas Normas se rebasaron los límites establecidos en las mismas.*

*A nivel de municipio, las concentraciones más elevadas de PM<sub>10</sub>, como promedio de 24 horas se presentaron en San Pedro y Monterrey, en tanto que como promedio anual esto ocurrió en García y Monterrey. Por su parte, las concentraciones más altas de ozono, tanto como promedio de 1 hora como de 8 horas, se presentaron en Santa Catarina.*

*El cumplimiento o no de la Norma de PM<sub>2.5</sub> no se pudo evaluar en ninguna estación de monitoreo debido a que no se generó información suficiente para ello. Sin embargo, el problema de calidad del aire por este contaminante puede ser una realidad si se considera que el indicador sobre días con calidad del aire buena, regular y mala muestra la presencia de días con concentraciones superiores a la norma en todas las estaciones de monitoreo.*

## 17. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE OAXACA.

### 17.1 Información general.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Oaxaca, a cargo del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, estuvo integrado en 2016 por dos estaciones de monitoreo, ambas ubicadas en el municipio de Oaxaca de Juárez. La Tabla 17.1 muestra las capacidades de medición de contaminantes de cada estación y el año en que cada una de ellas inició su operación. Asimismo, la Figura 17.1, muestra la ubicación geográfica de las mismas.

**Tabla 17.1 Estaciones de monitoreo que conformaron el SMCA de Oaxaca en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

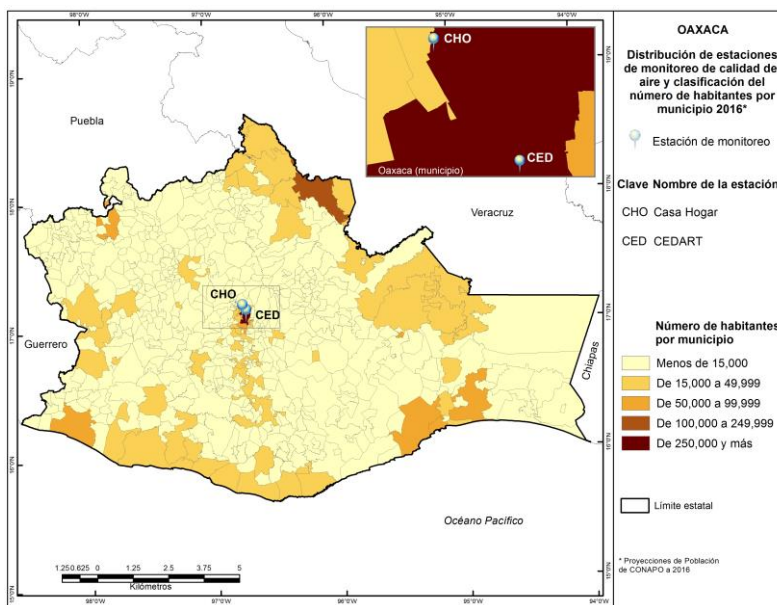
Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
CEDART	CED	Aut. 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Casa Hogar	CHO	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Aut. = Equipo automático.

✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Oaxaca.

**Figura 17.1. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Oaxaca, 2016.**





## 17.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

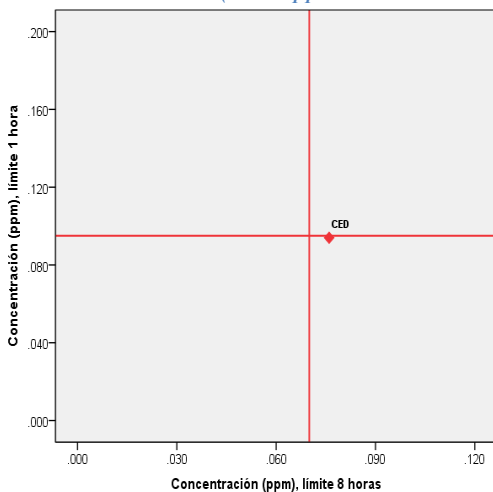
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Oaxaca para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 17.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Oaxaca. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

#### Ozono – $O_3$

Límite de 1 hora (0.095 ppm - línea horizontal)  
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



CED – CEDART

La norma de ozono se incumplió en 2016 en la estación de monitoreo CEDART como consecuencia de haber registrado una concentración, como promedio móvil de 8 horas, ligeramente superior al límite normado.

Es importante señalar que en esta estación de monitoreo no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos que establece la Norma, sin embargo, se establece incumplimiento de la misma de acuerdo con criterio que en ella se establece en el sentido de que en caso de que se tenga menos del 75% de los registros en el periodo y al menos 1 de las concentraciones de los promedios móviles de 8 horas sea mayor que 0.070 ppm, se incumplirá la Norma.

La Tabla 17.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que dicha evaluación sólo fue posible para ozono y el resultado fue desfavorable al rebasar el límite de ocho horas con una concentración de 0.076 ppm que es 9% superior al mismo.

Con respecto a las partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), en ninguna de las estaciones de monitoreo se generó información suficiente para poder llevar a cabo la evaluación de cumplimiento correspondiente.

**Tabla 17.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Oaxaca, durante el año 2016.**

Contaminante	NOM	Límite permitido	CED	CHO
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	DI	DI
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	DI	DI
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.076	DI

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación.

☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

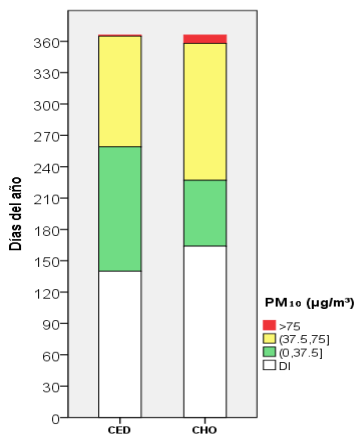
### 17.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

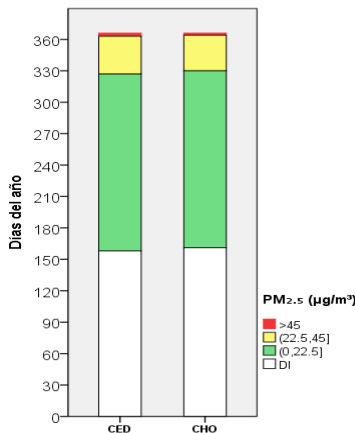
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



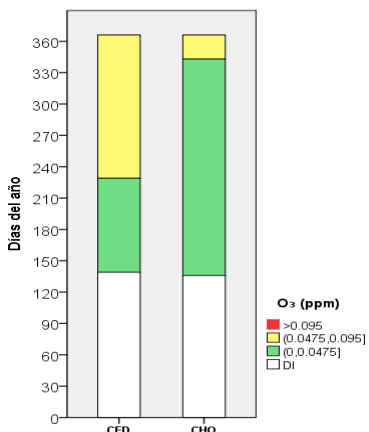
En ambas estaciones el porcentaje de días con información insuficiente para generar el indicador fue superior al 35% en 2016, por ello no fue posible la evaluación de cumplimiento de Norma. Sin embargo, en ambas se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM<sub>10</sub>.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



Con respecto a las PM<sub>2.5</sub> el porcentaje de días con información insuficiente para generar el indicador fue superior al 40% en 2016 en ambas estaciones, por lo que tampoco se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma correspondiente, pero al igual que con la PM<sub>10</sub> también se registraron concentraciones superiores al límite normado de PM<sub>2.5</sub> en las dos estaciones.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



En el 38% de los días de 2016 tampoco fue posible generar este indicador para el ozono, pero en este caso no se registraron concentraciones horarias superiores al límite normado en ninguna de las estaciones. En cualquier caso, hay que recordar que con respecto a este contaminante si se dio incumplimiento de Norma por rebasar el límite normado como promedio de 8 horas.

A nivel de toda la ciudad la Tabla 17.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la zona son las PM<sub>10</sub>, con el 3% de los días con datos válidos en esta condición, seguida por las PM<sub>2.5</sub> con el 1%.

**Tabla 17.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>*</sup>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Oaxaca	306	8	3%	293	3	1%	312	0	0%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*En Oaxaca se determinó la existencia de problemas de calidad del aire por ozono ya que la Norma de este contaminante se incumplió en 2016. En cuanto a las partículas suspendidas este SMCA no generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire correspondientes; sin embargo, la escasa información disponible analizada con el indicador sobre número de días con calidad del aire buena, regular y mala indica la posible existencia de problemas tanto por PM<sub>10</sub> como por PM<sub>2.5</sub>. Situación que hace evidente la necesidad de mejorar a la brevedad los procesos operativos de este SMCA a fin de poder realizar un diagnóstico de la calidad del aire más robusto y confiable.*

## 18. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE PUEBLA.

### 18.1 Información general.

En el año 2016 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Puebla, administrado por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT) del Gobierno del Estado, estuvo conformado por cinco estaciones de monitoreo. Cuatro que pertenecen a la Red de Monitoreo de Puebla (Benemérito Instituto Normal del Estado, Ninfas, Agua Santa y Universidad Tecnológica de Puebla), y una más que se localiza en el municipio de Coronango (Velódromo). Todas las estaciones están equipadas exclusivamente con equipo de monitoreo automático.

La Tabla 18.1 muestra las estaciones de monitoreo que conformaron este SMCA en el año 2016, los contaminantes que se pueden medir en las mismas y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 18.1 muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo.

**Tabla 18.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Red de monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Puebla	Benemérito Instituto Normal del Estado	BIN	Aut. 2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ninfas	NIN	Aut. 2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Agua Santa	STA	Aut. 2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Universidad Tecnológica de Puebla	UTP	Aut. 2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Velódromo (Coronango)*	VEL	Aut. 2012	✓	✓	✓	✓	✓	✓

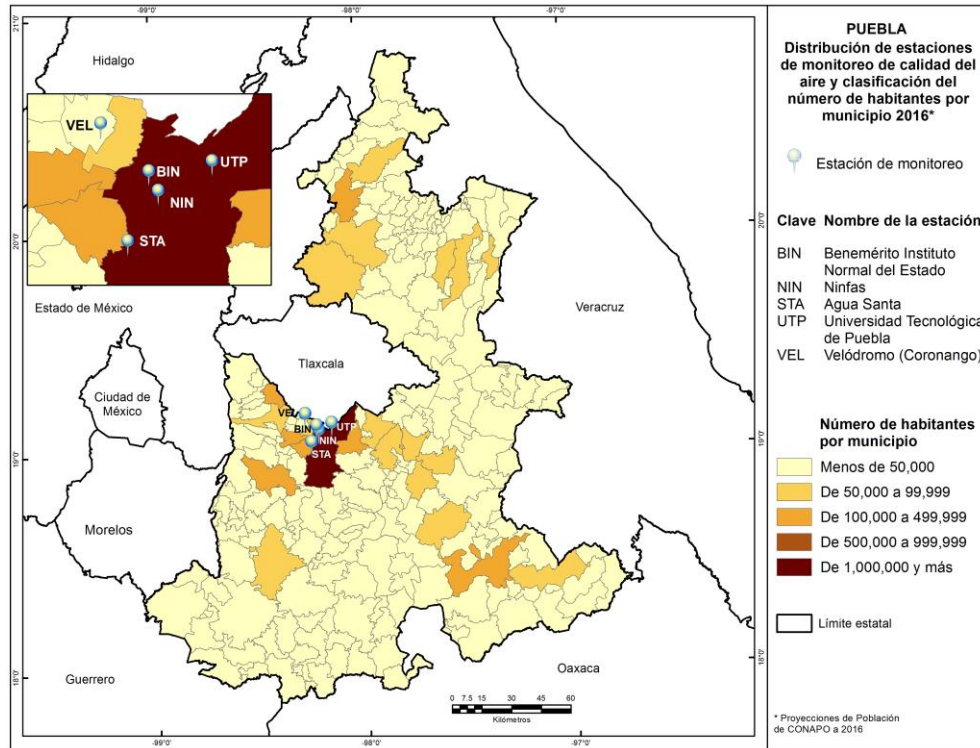
\*Municipio en el que se ubica la estación de monitoreo que por definición no forma parte de una red de monitoreo.

Aut.= Equipo automático.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Gobierno de Estado de Puebla.

Figura 18.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Puebla, 2016.



## 18.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

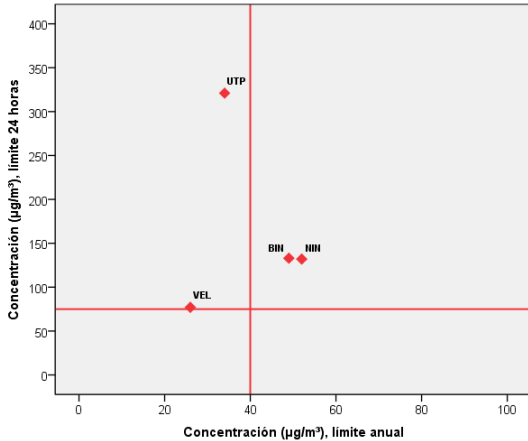
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Puebla para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Es importante señalar que el proceso de validación de datos fue aplicado por el personal del INECC, dado que no se tuvo respuesta por parte de este SMCA a las dudas planteadas con respecto a la necesidad de ratificar o rectificar cierta información, por lo que los resultados que aquí se presentan pueden mostrar alguna variación con respecto a los que en su momento pudiera publicar el Estado de Puebla con los mismos datos pero aplicando sus propios criterios de validación.

### 18.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Puebla. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

*Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)  
Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*

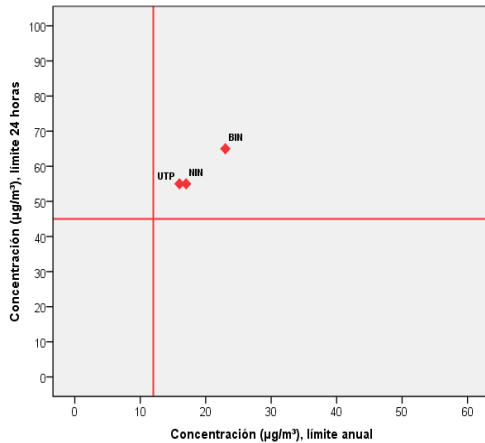


BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado, Puebla  
NIN – Ninfas, Puebla  
UTP - Universidad Tecnológica de Puebla, Puebla  
VEL – Velódromo, Coronango

En 2016 la Norma de PM<sub>10</sub> se incumplió tanto en el municipio de Coronango (VEL) como en Puebla. Los dos límites normados fueron rebasados en las estaciones BIN y NIN, en tanto que en las estaciones UTP y VEL sólo se rebasó el límite de 24 horas, siendo la estación UTP el sitio donde se alcanzó la concentración más alta, la cual fue de 321 µg/m<sup>3</sup>, que es equivalente a poco más de 4 veces el límite normado. Es importante señalar, sin embargo, que esta concentración se registró el día 18 de abril, cuando la actividad del volcán Popocatepetl se intensificó y se reportó caída de ceniza en la Ciudad de Puebla, así como en las comunidades aledañas al volcán como San Pedro, San Nicolás, San Martín Texmelucan y Huejotzingo.

*Partículas Suspensas – PM<sub>2,5</sub>*

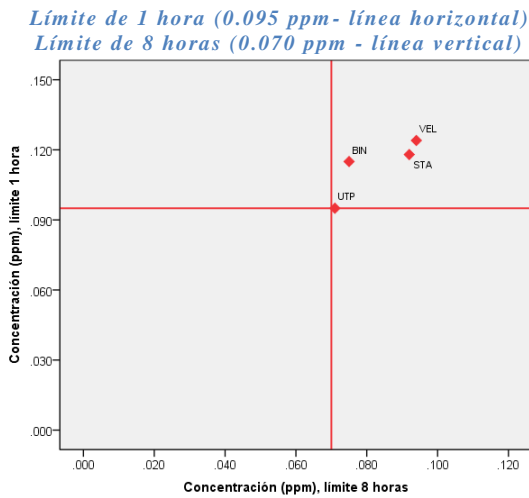
*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)  
Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*



BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado, Puebla  
NIN – Ninfas, Puebla  
UTP - Universidad Tecnológica de Puebla, Puebla

La evaluación de cumplimiento de Norma sólo se pudo realizar en tres estaciones de monitoreo. Todas ellas localizadas en el municipio de Puebla. El resultado indica que en las tres estaciones se rebasaron los dos límites normados de PM<sub>2,5</sub>, siendo la estación BIN la que presentó las concentraciones más altas tanto como promedio de 24 horas como promedio anual. Dichas concentraciones fueron 65 µg/m<sup>3</sup> y 23 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente, que equivalen a 1.4 y 1.9 veces el límite correspondiente.

Ozono – O<sub>3</sub>



BIN – Benemérito Instituto Normal del Estado, Puebla  
 STA – Agua Santa, Puebla  
 UTP - Universidad Tecnológica de Puebla, Puebla  
 VEL – Velódromo, Coronango

En 2016, la norma de ozono se incumplió tanto en Puebla (BIN, STA y UTP) como en Coronango (VEL). Las concentraciones más altas, tanto de 1 hora como de 8 horas, se registraron en Coronango (VEL) y fueron de 0.124 ppm y 0.092 ppm, respectivamente, que son poco más de 30% superiores a los límites normados correspondientes. En Puebla las concentraciones más altas se registraron en la estación Agua Santa (STA) y fueron 0.118 ppm como promedio de 1 hora y 0.092 ppm como promedio de 8 horas.

La Tabla 18.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- En Puebla se incumplió la Norma de PM<sub>10</sub> como consecuencia de que en las estaciones BIN y NIN se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual) y en las estaciones UTP y VEL se rebasó el límite de 24 horas. La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en la estación UTP y fue de 321 µg/m<sup>3</sup> (equivalente a poco más de 4 veces el valor de la norma), en tanto que como promedio anual la concentración más alta se registró en la estación NIN y fue de 52 µg/m<sup>3</sup>, que es 30% superior al límite normado correspondiente.
- El cumplimiento de los límites normados de PM<sub>2.5</sub> sólo fue posible evaluarlo en las estaciones BIN, NIN y UTP, todas ellas localizadas en la ciudad de Puebla. En ninguna de ellas se cumple con la Norma, de hecho, en todas ellas se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). En las estaciones STA y VEL no fue posible evaluar este indicador, en el primer caso por insuficiencia de información y en el segundo porque no se efectuó la medición de este contaminante.



- Los límites normados de 1 y 8 horas de ozono se rebasaron en las estaciones BIN y STA de Puebla, así como en la estación VEL de Coronango. En la estación UTP que también se localiza en Puebla, sólo se rebasó el límite de 8 horas. Las concentraciones más elevadas se registraron en Coronango y fueron 0.124 ppm como promedio de 1 hora y 0.094 ppm como promedio de 8 horas, en ambos casos, superiores en poco más del 30% respecto al límite normado correspondiente.

**Tabla 18.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Puebla, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Puebla				Coronango
			BIN	NIN	STA	UTP	VEL
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	133	132	DI	321	77
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	49	52	DI	34	26
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	65	55	DI	55	FO
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	23	17	DI	16	FO
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.115	INV	0.118	0.095	0.124
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.075	INV	0.092	0.071	0.094

<sup>(1)</sup>NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a); <sup>(2)</sup>NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes; INV = Datos invalidados; FO = Fuera de operación

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 18.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

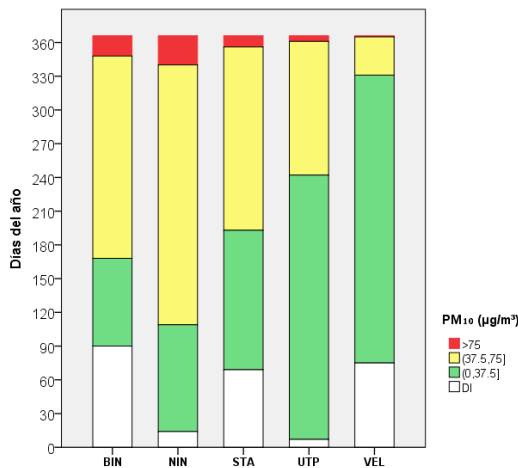
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).

- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

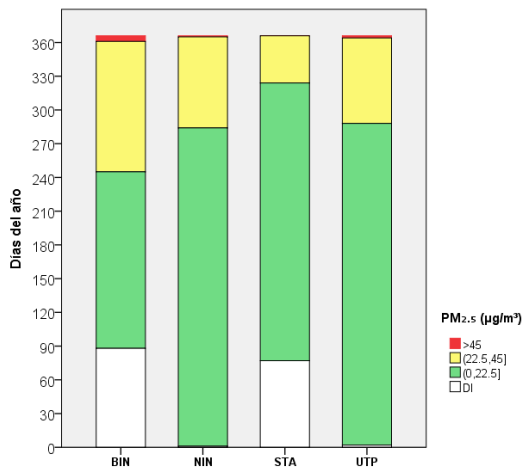
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



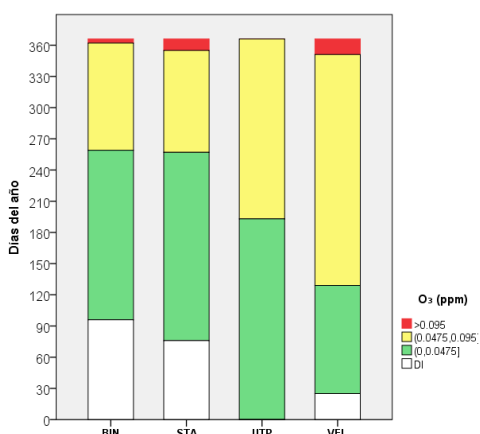
En el año 2016 se presentaron días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub> en todas las estaciones de monitoreo, siendo más frecuentes en la estación NIN (26 días) seguido de la estación BIN (18 días) y STA (10 días). Por otra parte, las estaciones con mayor cantidad de días con calidad del aire regular fueron NIN y BIN, en tanto los días con calidad del aire buena fueron más frecuentes en las estaciones VEL y UTP.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



Días con mala calidad del aire por PM<sub>2.5</sub> se presentaron en todas las estaciones de monitoreo salvo STA, siendo más frecuentes en la estación BIN con cinco días y en UTP con dos. Por otra parte, los días con calidad del aire buena fueron notoriamente más frecuentes en las estaciones UTP y NIN.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



Días con concentraciones superiores al límite normado de una hora se presentaron en las estaciones BIN y STA de Puebla, así como en la estación VEL de Coronango, siendo este último sitio el que presentó la mayor cantidad de días en esta condición con un total de 15, seguido de STA con 11 y BIN con 4. En la estación UTP sólo se registraron días con calidad del aire buena (193) y regular (173), de acuerdo con este indicador.

A nivel de ciudad, la Tabla 18.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Puebla son las PM<sub>10</sub>, con el 10%, en tanto que en Coronango es el ozono con el 4%.

**Tabla 18.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>*</sup>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Puebla	366	36	10%	365	6	2%	366	14	4%
Coronango	291	1	0.3%	FO	FO	FO	341	15	4%

FO = Fuera de operación.

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

La información disponible revela la presencia de problemas de calidad del aire tanto por partículas suspendidas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) como por ozono en la ciudad de Puebla, en tanto que en Coronango la mala calidad del aire es ocasionada principalmente por el ozono. En el caso de Puebla en ninguna de las estaciones de monitoreo donde fue posible la evaluación de cumplimiento de norma de partículas se cumple con la misma, tanto para PM<sub>10</sub> como para PM<sub>2.5</sub>. Incluso se llegaron a registrar concentraciones de PM<sub>10</sub> que son equivalentes a poco más de 4 veces el valor normado. En cuanto al ozono, la Norma se incumple en todas estaciones donde fue posible la evaluación y lo hace con concentraciones superiores al límite normado hasta en un 30%.

## 19. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE QUERÉTARO.

### 19.1 Información general.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Querétaro, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, estuvo integrado en el año 2016 por la red de monitoreo de Santiago de Querétaro, así como por las estaciones de monitoreo de Corregidora, El Marqués y San Juan del Río. La Tabla 19.1 muestra las capacidades de medición de contaminantes y el año de inicio de operación de cada una de las estaciones de monitoreo antes referidas, en tanto que la Figura 19.1, muestra su ubicación geográfica.

**Tabla 19.1 Estaciones que conformaron el SMCA de Querétaro en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Red de Monitoreo	Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes					
				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Santiago de Querétaro	Bomberos	BOM	Aut. 2010	☐	✓	✓	✓	✓	✓
	Epigmenio González	EPG	Aut. 2011	✓	☐	✓	✓	✓	✓
	Félix Osores	FEL	Aut. 2010	☐	✓	✓	✓	✓	✓
	Delegación Carrillo	UMMA1	Aut. 2000	☐	☐	✓	✓	✓	☐
	Auditorio Josefa Ortiz	UMMA2	Aut. 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Corregidora	CAM	CAM	Aut. 2010	✓	☐	✓	✓	✓	✓
	El Marqués (El Marqués)	MAR	Aut. 2010	✓	☐	✓	✓	✓	✓
	Universidad Autónoma de Querétaro (San Juan del Río)	USJR	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓

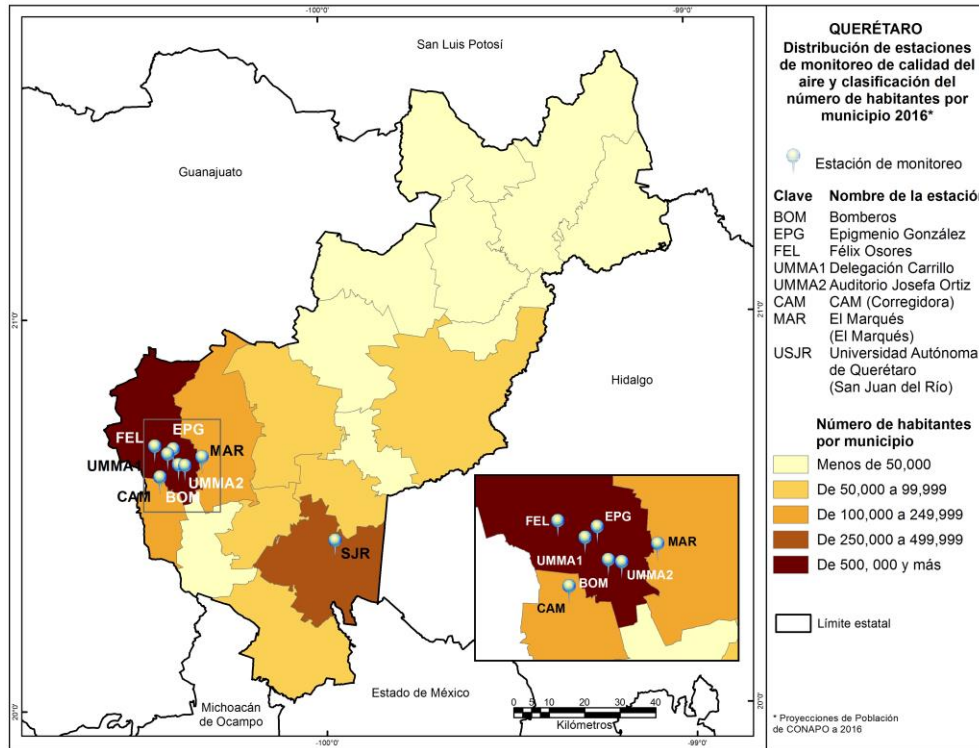
Aut. = Equipo automático.

☐ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Querétaro.

**Figura 19.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Querétaro, 2016.**



## 19.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Querétaro para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Es importante señalar que en este caso el proceso de validación de datos fue aplicado por el personal del INECC, dado que no se tuvo respuesta por parte de este SMCA a las dudas planteadas con respecto a la necesidad de ratificar o rectificar cierta información, por lo que los resultados que aquí se presentan pueden mostrar alguna variación con respecto a los que en su momento pudiera publicar el Estado de Querétaro con los mismos datos base pero aplicando sus propios criterios de validación.

### 19.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

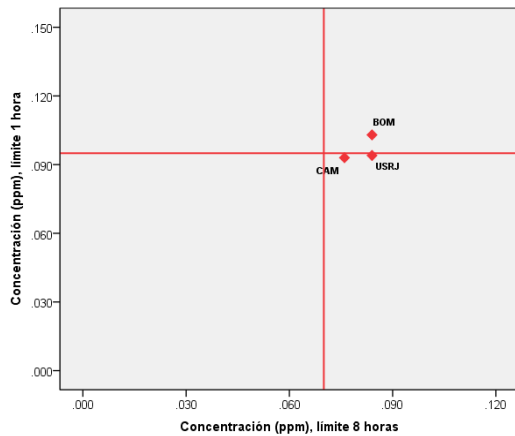
En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Querétaro. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

En general, durante el año 2016 este sistema de monitoreo de calidad del aire tuvo problemas operativos que se reflejaron en la generación de poca información, que para la mayoría de las estaciones y contaminantes incumplieron con el criterio de suficiencia de datos establecidos en las NOM correspondientes para llevar a cabo la evaluación de su cumplimiento.

Con respecto al ozono, se invalidaron los datos disponibles para la estación EPG, que corresponden solo a los meses de enero y febrero. Las causas de tal invalidación fueron la presencia recurrente de las concentraciones más elevadas durante la noche, situación que no corresponde con la naturaleza del contaminante, pues su formación requiere de la presencia de radiación solar para favorecer los procesos fotolíticos que le dan origen. En el resto de las estaciones que generaron información con respecto a ozono (BOM, FEL y UMMA2 en Santiago de Querétaro; CAM en Corregidora; MAR en El Marqués y USJR en San Juan del Río) no se cumplió con el criterio de suficiencia del 75% de datos; sin embargo, en las estaciones BOM, CAM y USJR se registraron concentraciones, ya sea horarias o como promedio de ocho horas, que superaron los límites normados, situación que de acuerdo con los numerales 5.2.3.1. y 5.2.3.2. de la NOM-020-SSA1-2014 les hace caer en incumplimiento de la misma, tal como se muestra en la siguiente figura y en la Tabla 19.2

### Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm - línea horizontal)  
Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



CAM – Corregidora  
BOM – Bomberos, Santiago de Querétaro  
USRJ - Universidad Autónoma de Querétaro, San Juan del Río

En 2016, la norma de ozono se incumplió en las tres estaciones de monitoreo en donde se pudo llevar a cabo dicha evaluación. Una en Corregidora (CAM), otra en Santiago de Querétaro (BOM) y una más en San Juan del Río (USRJ). Las concentraciones más altas, tanto de 1 hora como de 8 horas, se registraron en Santiago de Querétaro (BOM) y fueron de 0.103 ppm y 0.084 ppm, respectivamente, que son 8% y 20% superiores al límite normado correspondiente.

En el caso de las partículas (tanto PM<sub>10</sub> como PM<sub>2.5</sub>) la información generada además de muy escasa (correspondiente a entre dos y cinco meses de datos, dependiendo de la estación de monitoreo), fue de mala calidad, pues los patrones de comportamiento observados durante la verificación de los datos dejaban ver situaciones como cambios abruptos de concentración (tanto de incremento como de decremento) de una hora a otra, así como valores constantes de concentración durante varias horas continuas. Esta situación de escasez de información y mala calidad de la misma motivó su invalidación por parte del personal del INECC (Tabla 19.2).

**Tabla 19.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Querétaro, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Santiago de Querétaro					Corregidora	El Marqués	San Juan del Río
			BOM	EPG	FEL	UMMA1	UMMA2	CAM	MAR	USJR
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	☒	INV	☒	☒	IND	INV	INV	IND
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	☒	INV	☒	☒	IND	INV	INV	IND
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	INV	☒	INV	☒	IND	☒	☒	IND
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	INV	☒	INV	☒	IND	☒	☒	IND
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.103	INV	DI	FO	DI	DI	DI	DI
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.084	INV	DI	FO	DI	0.076	DI	0.084

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

INV = Datos invalidados.

IND = Información no disponible en el INECC para su análisis.

FO = Fuera de operación.

☒ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

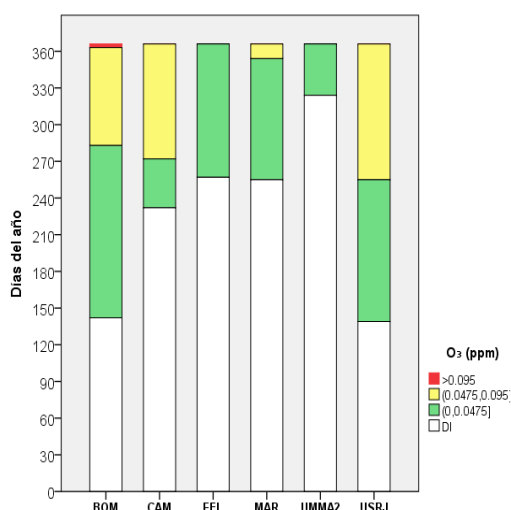
### 19.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo, en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



La estación de monitoreo BOM, que se ubica en Santiago de Querétaro, fue la única que registró concentraciones superiores al límite normado de una hora (rojo). Además de ello, destaca que en todas las estaciones, incluida BOM, dominaron los días en los que no se pudo generar el indicador por falta de información. En general, el porcentaje de días del año 2016 en esta condición variaron entre el 38% en la estación USRJ (en San Juan del Río) y 70% en MAR (en El Marqués) y FEL (localizada en Santiago de Querétaro).



A nivel de ciudad la Tabla 19.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono. En ella se aprecia que el límite normado de ozono de una hora se rebasó en 3 de los 290 días con información válida en Santiago de Querétaro, lo que representa el 1% de los días. En adición a ello, vale la pena mencionar que la Norma de ozono también se incumplió en los municipios de Corregidora y El Marqués, aunque en estos casos ello fue consecuencia de haber rebasado el límite de 8 horas, que no se considera en el indicador mostrado en la Tabla 19.3.

**Tabla 19.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>*</sup>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Corregidora	INV	INV	INV	▣	▣	▣	134	0	0%
El Marqués	INV	INV	INV	▣	▣	▣	111	0	0%
Santiago de Querétaro	INV	INV	INV	INV	INV	INV	290	3	1%
San Juan del Río	IND	IND	IND	IND	IND	IND	227	0	0%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.  
 INV = Datos invalidados.  
 IND = Información no disponible para su análisis en el INECC.

*En 2016 este sistema de monitoreo de calidad del aire tuvo problemas operativos que se reflejaron en la generación de poca información, que para la mayoría de las estaciones y contaminantes incluidos en este informe incumplieron con el criterio de suficiencia de datos establecidos en la normas oficiales mexicanas correspondientes para llevar a cabo la evaluación de su cumplimiento. A pesar de ello, la información disponible en las estaciones BOM (en Santiago de Querétaro), CAM (en Corregidora) y USJR (en San Juan del Río) permitió identificar problemas de calidad del aire por ozono. En los tres municipios referidos se rebasó al menos uno de los límites normados para este contaminante.*

*Al igual que desde 2014, se mantiene vigente la recomendación de mejorar el desempeño de este SMCA para incrementar la cantidad y calidad de la información generada para los diferentes contaminantes y así poder hacer un diagnóstico más robusto de la calidad del aire en la entidad.*

## 20. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE VERACRUZ.

### 20.1 Información general.

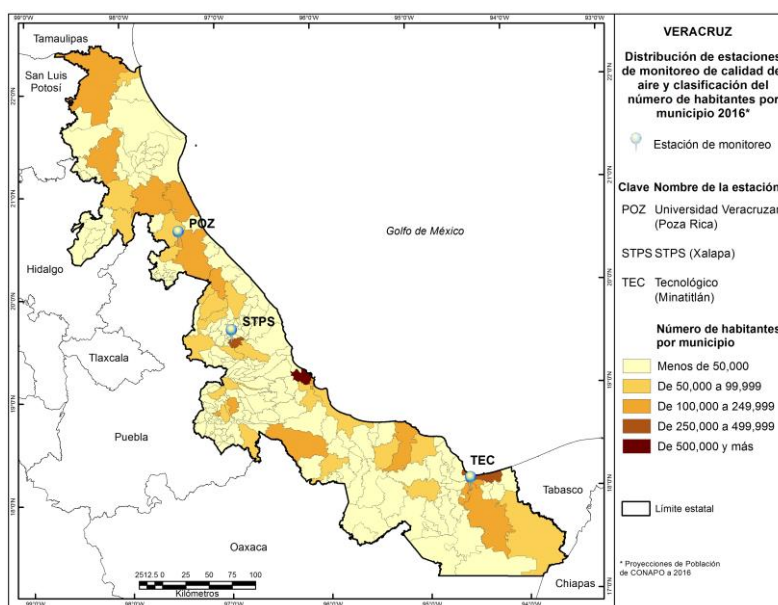
En 2016 sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Veracruz, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo integrado por tres estaciones de monitoreo automático, una localizada en el municipio de Minatitlán, otra en el municipio de Xalapa y una más en Poza Rica. La Tabla 20.1 muestra las capacidades de medición de cada estación y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 20.1, muestra la ubicación geográfica de dichas estaciones.

**Tabla 20.1 Estaciones de monitoreo que conformaron los SMCA de Veracruz en 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Tecnológico (Minatitlán)	TEC	Aut. 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓
STPS (Xalapa)	STPS	Aut. 2013	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Universidad Veracruzana (Poza Rica)	POZ	Aut. 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Aut. = Equipo automático; X = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante; ✓ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.  
**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

**Figura 20.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Veracruz, 2016.**



## 20.2 Diagnóstico de la calidad del aire

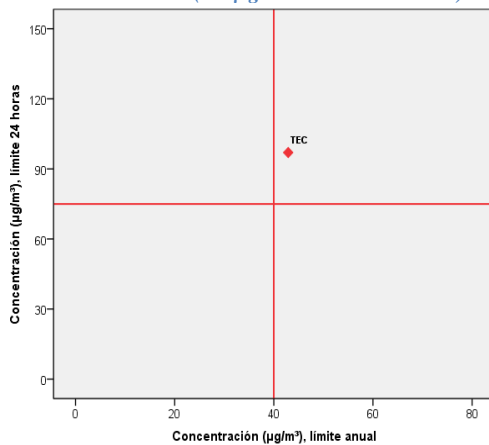
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Veracruz para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 20.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Veracruz. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación. Los valores normados usados como referencia para realizar la evaluación de cumplimiento son indicados en cada figura.

#### *Partículas Suspensas – PM<sub>10</sub>*

*Límite de 24 horas (75 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)  
Límite anual (40 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*

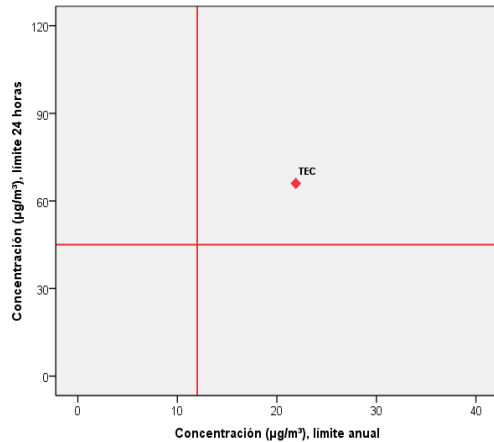


En 2016 la Norma de PM<sub>10</sub> sólo se pudo evaluar en Minatitlán (TEC) y el resultado fue de incumplimiento al rebasar los dos límites normados, con concentraciones de 97 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas y de 43 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual. Dichas concentraciones son 29% y 7% superiores al límite normado correspondiente.

TEC – Tecnológico, Minatitlán

*Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>*

*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup>- línea horizontal)*  
*Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup>- línea vertical)*

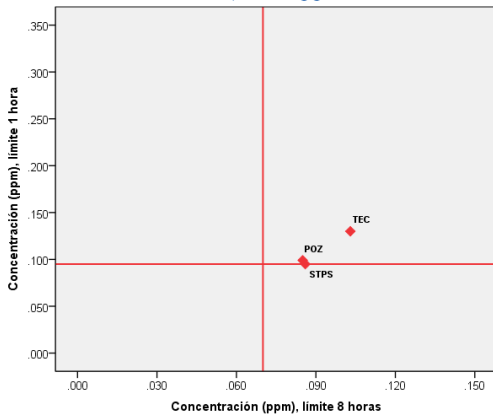


TEC – Tecnológico, Minatitlán

La evaluación de cumplimiento de Norma de PM<sub>2.5</sub> también se pudo realizar sólo en Minatitlán y nuevamente el resultado fue desfavorable al rebasarse los dos límites normados para este contaminante. Las concentraciones reportadas fueron 66 µg/m<sup>3</sup>, como promedio de 24 horas y de 22 µg/m<sup>3</sup>, como promedio anual. Dichas concentraciones son 46% y 83% superiores al límite normado respectivo.

*Ozono – O<sub>3</sub>*

*Límite de 1 hora (0.095 ppm- línea horizontal)*  
*Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)*



TEC – Tecnológico, Minatitlán  
 STPS – Xalapa  
 POZ – Universidad Veracruzana, Poza Rica

La norma de ozono pudo ser evaluada tanto en Minatitlán (TEC), como en Xalapa (STPS) y Poza Rica (POZ). En los tres casos dicha norma se incumplió. En Minatitlán y Poza Rica por rebasar los dos límite normados (1 y 8 horas) y en Xalapa por rebasar el límite como promedio de 8 horas.

Las concentraciones más altas de ozono, tanto de 1 como de 8 horas, se registraron en Minatitlán (TEC) y fueron de 0.130 ppm y 0.103 ppm, respectivamente. Dichos valores son 37% y 47% superiores al límite normado correspondiente.

La Tabla 20.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante y estación de monitoreo. En ella se puede apreciar que:

- Solo en la estación de monitoreo de Minatitlán fue posible evaluar el cumplimiento de norma de los tres contaminantes considerados en este documento. En Xalapa y Poza Rica sólo se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de ozono.
- En Minatitlán se incumplieron los dos límites normados tanto de PM<sub>10</sub> como de PM<sub>2.5</sub> y ozono.
- En Xalapa y Poza Rica se incumplió la Norma de ozono, en el primer caso por rebasar el límite normado de 8 horas y en el segundo por rebasar tanto el límite de 1 como el de 8 horas.

**Tabla 20.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Veracruz, durante el año 2016.**

Contaminante	NOM	Límite permitido	Minatitlán	Xalapa	Poza Rica
			TEC	STPS	POZ
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	97	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	43	DI	DI
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	66	DI	DI
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	22	DI	DI
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.130	0.095	0.099
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.103	0.086	0.085

<sup>(1)</sup>NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a); <sup>(2)</sup>NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

DI = Datos insuficientes.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

### 20.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

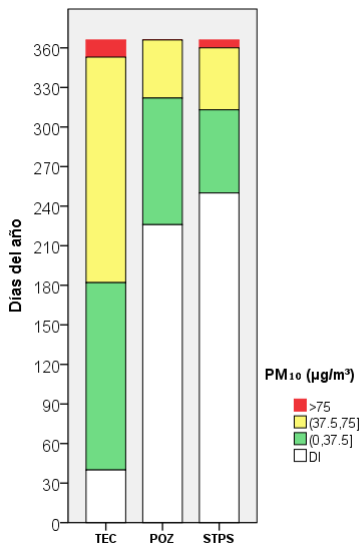
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).

- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

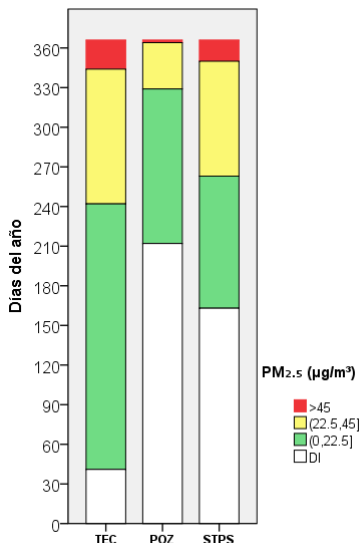
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>10</sub> – límite de 24 horas*



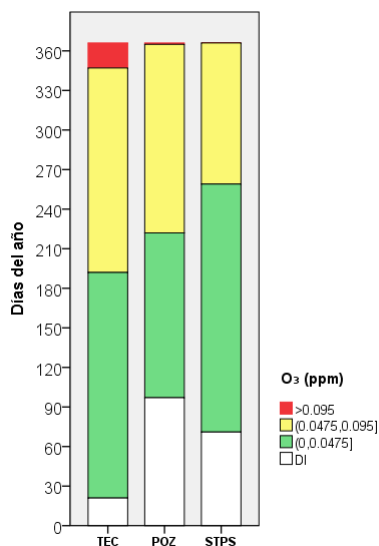
Concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM<sub>10</sub> se presentaron tanto en Minatitlán (TEC) como en Xalapa (STPS), a pesar de que en esta última ciudad no se vio reflejado en incumplimiento de la norma correspondiente debido que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos para hacer válida tal evaluación. En Minatitlán se registraron 13 días con mala calidad del aire por PM<sub>10</sub> y en Xalapa 6.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



Días con mala calidad del aire por PM<sub>2.5</sub> se presentaron en Xalapa, Minatitlán y Poza Rica, a pesar de que sólo se reportó incumplimiento de Norma en Minatitlán debido al criterio de suficiencia de datos antes referido. En cualquier caso este indicador revela un posible problema de calidad del aire por este contaminante en las tres ciudades. En Xalapa (STPS) se presentaron 16 días con mala calidad del aire por PM<sub>2.5</sub>, en Minatitlán 22 (TEC) y en Poza Rica (POZ) 2.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



Con respecto al ozono, sólo se presentaron días con mala calidad del aire por este contaminante en las ciudades de Minatitlán (TEC) con un total de 19 y Poza Rica (POZ) con 1.

En Xalapa no hubo registro de concentraciones horarias superiores al límite normado de una hora. En cualquier caso, en las tres se presentó incumplimiento de Norma, sólo que en Xalapa fue por rebasar el límite normado de 8 horas.

A nivel de ciudad, la Tabla 20.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). En ella se aprecia que el contaminante que suele determinar una condición de mala calidad del aire con mayor frecuencia son las PM<sub>2.5</sub> tanto en Xalapa como en Minatitlán y Poza Rica.

**Tabla 20.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>			PM <sub>2.5</sub> <sup>*</sup>			O <sub>3</sub> <sup>*</sup>		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Xalapa	116	6	5%	203	16	8%	295	0	0%
Minatitlán	326	13	4%	325	22	7%	345	19	6%
Poza Rica	140	0	0%	154	2	1%	269	1	0.4%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*La información disponible en 2016 en esta entidad permitió identificar problemas de calidad del aire por  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y Ozono en Minatitlán, así como por ozono en Xalapa y Poza Rica.*

*En Xalapa se presentaron días con concentraciones superiores a los límites normados tanto de  $PM_{10}$  como  $PM_{2.5}$ . Situación que indica un posible problema de calidad del aire en la ciudad por ambos contaminantes, sin embargo, esto no se refleja en incumpliendo de la Norma correspondiente debido a que no se generó información suficiente para cumplir con los criterios de suficiencia que establece dicha norma para llevar a cabo la evaluación de su cumplimiento.*

*En Poza Rica, además de los problemas de ozono que se reflejaron en el incumplimiento de la norma respectiva, también se identificaron días con concentraciones superiores al límite normado de  $PM_{2.5}$  pero que no se reflejaron en incumplimiento de norma por insuficiencia de información.*

*En general, es necesario mejorar el desempeño de las estaciones de monitoreo de Xalapa y Poza Rica.*



## 21. SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE YUCATÁN.

### 21.1 Información general.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Yucatán, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado, se mantuvo en el año 2016 únicamente con una estación de monitoreo automático que se ubica en el centro de la ciudad de Mérida y tiene capacidad para la medición continua de partículas suspendidas PM<sub>2.5</sub>, ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono (ver Tabla 21.1 y Figura 21.1).

**Tabla 21.1 Estaciones de monitoreo que conformaron el SMCA de Yucatán en el año 2016 y capacidades de medición de contaminantes.**

Estación	Clave	Tipo de equipo y año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Centro	CEN	Aut. 2012	✘	✓	✓	✓	✓	✓

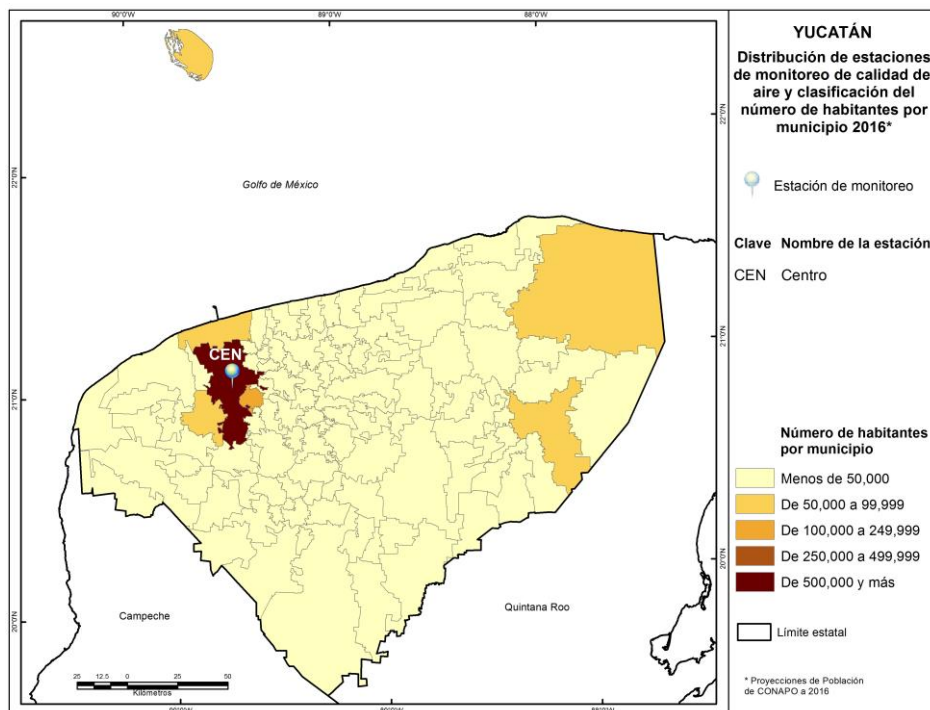
Aut. = Equipo automático.

✘ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán.

**Figura 21.1 Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Yucatán, 2016.**



## 21.2 Diagnóstico de la calidad del aire.

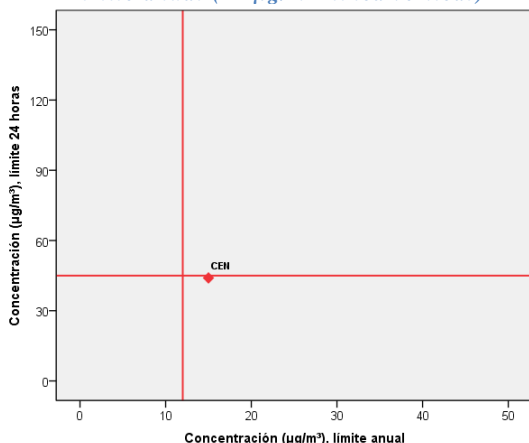
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Mérida, Yucatán para el año 2016 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

### 21.2.1 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire.

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en Mérida, Yucatán. Los valores normados usados como referencia para realizar tal evaluación son indicados en cada figura.

#### *Partículas Suspensas – PM<sub>2.5</sub>*

*Límite de 24 horas (45 µg/m<sup>3</sup> - línea horizontal)*  
*Límite anual (12 µg/m<sup>3</sup> - línea vertical)*

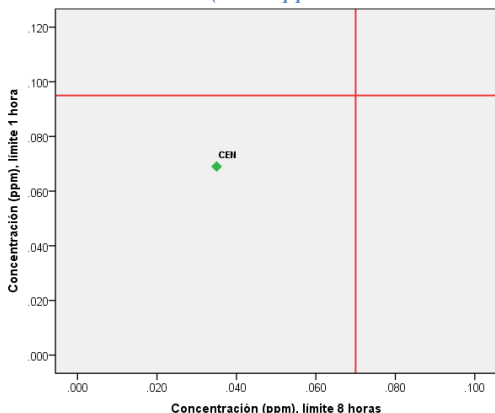


CEN –Centro

El máximo de los promedios de 24 horas de PM<sub>2.5</sub> en 2016 fue de 44 µg/m<sup>3</sup>, que es un valor 2% menor al límite normado; sin embargo, el promedio anual registrado en la ciudad fue de 15 µg/m<sup>3</sup>, el cual es 25% superior al límite normado correspondiente. Esta situación lleva a la ciudad a caer en una situación de incumplimiento de la Norma de partículas, pues en la misma se establece que para cumplir con ella es necesario no rebasar ninguno de los dos límites normados.

Ozono – O<sub>3</sub>

Límite de 1 hora (0.095 ppm - línea horizontal)  
 Límite de 8 horas (0.070 ppm - línea vertical)



CEN – Centro

En 2016, la norma de ozono se cumplió en la ciudad de Mérida, debido a que ninguna de las concentraciones horarias registradas a lo largo del año, ni sus promedios móviles de 8 horas rebasaron los límites normados correspondientes. De hecho, la concentración horaria máxima registrada en el año fue aproximadamente 30% inferior al límite normado, en tanto el máximo de los promedios móviles de 8 horas fue equivalente al 50% de su límite.

La Tabla 21.2 resume el estatus de cumplimiento de cada uno de los valores normados por contaminante. En ella se puede apreciar, al igual que en las figuras anteriores, que hay cumplimiento de los límites normados de O<sub>3</sub>, en tanto que la Norma de PM<sub>2.5</sub> no se cumplió al rebasarse el límite normado como promedio anual.

**Tabla 21.2 Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire en Mérida, en el año 2016.**

Contaminante	Límite normado		Estación
			CEN
<sup>(1)</sup> PM <sub>10</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 75 µg/m <sup>3</sup>	☐
	Anual	Promedio ≤ 40 µg/m <sup>3</sup>	☐
<sup>(1)</sup> PM <sub>2.5</sub>	24 hrs	Máximo ≤ 45 µg/m <sup>3</sup>	44
	Anual	Promedio ≤ 12 µg/m <sup>3</sup>	15
<sup>(2)</sup> O <sub>3</sub>	1 hr	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.069
	8 hrs	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.035

<sup>(1)</sup> NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a).

<sup>(2)</sup> NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b).

☐ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

■ = Cumple con el límite normado.

■ = No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo al contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas y ozono se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen los dos límites normados.

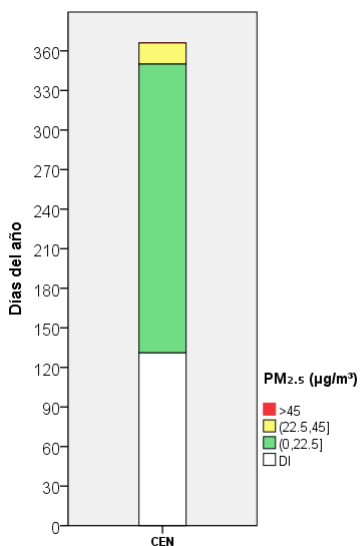
### 21.2.2 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en términos del número de días con concentraciones superiores a los límites normados, así como la tendencia que presentan las concentraciones inferiores, pero cercanas, a estos valores. Los colores indican el número de días en los que las concentraciones registradas durante el año cumplen con alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ No excedieron el valor diario normado (verde).
- ✓ No excedieron el valor diario normado, pero se encuentran cercanas a este valor (amarillo).
- ✓ Excedieron el valor diario normado (rojo).
- ✓ No se contó con información suficiente para evaluar el cumplimiento de alguna de las condiciones anteriores (blanco).

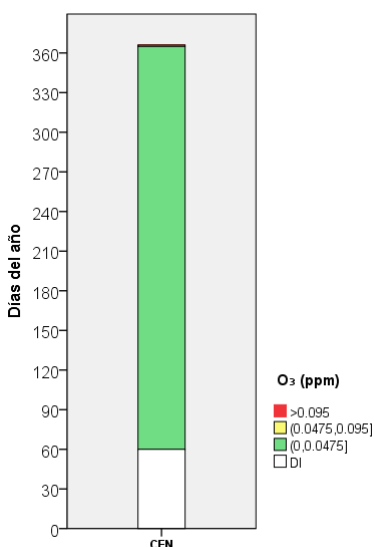
El dato base para construir este indicador es la concentración máxima del día (por ejemplo, promedio de una hora o 24 horas, dependiendo del contaminante que se trate), en cada estación de monitoreo. Para ver el detalle sobre la construcción de este indicador, diríjase a la sección 3.2.2.2 del Capítulo 3 Metodología para la generación de indicadores.

*PM<sub>2.5</sub> – límite de 24 horas*



En 2016 el 60% de los días del año registraron una buena calidad del aire (verde) por PM<sub>2.5</sub> en Mérida. Otro 4% correspondió a días con calidad del aire regular (amarillo) y el restante 36% correspondió a días donde no se generó información suficiente para poder generar este indicador.

*O<sub>3</sub> - límite de 1 hora*



El 83.3% de los días del año 2016 presentó buena calidad del aire (verde) por ozono, el 0.3% correspondió a días con calidad del aire regular (amarillo) y el restante 16.4% a días en los que por insuficiencia de datos (blanco) no fue posible generar el indicador.

A nivel de toda la ciudad, la Tabla 21.3 muestra el porcentaje de días del año 2016 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM<sub>2.5</sub>). En ella se aprecia que ninguno de estos contaminantes parece representar un problema de calidad del aire en la ciudad, al menos a partir del análisis de los datos diarios. En términos del promedio anual, como ya se indicó antes, el límite de PM<sub>2.5</sub> fue rebasado.

**Tabla 21.3 Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.**

Ciudad, municipio o zona metropolitana	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2.5</sub> *			O <sub>3</sub> *		
	No de días con datos válidos	No de días > 75 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 75 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 45 µg/m <sup>3</sup>	% Días > 45 µg/m <sup>3</sup>	No de días con datos válidos	No de días > 0.095 ppm	% Días > 0.095 ppm
Mérida	∞	∞	∞	235	0	0%	306	0	0%

\* Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

*Al igual que en los años 2014 y 2015 esta ciudad no presentó ningún problema de calidad del aire por O<sub>3</sub>; sin embargo, se sigue incumpliendo la Norma de partículas PM<sub>2.5</sub> debido al incumplimiento del límite fijado como promedio anual.*

## 22. CONCLUSIONES.

El monitoreo de la calidad del aire en México muestra problemas operativos que se reflejan en el alto porcentaje de estaciones de monitoreo que no generan información suficiente para evaluar el cumplimiento de las NOMs. En 2016, del total de estaciones de monitoreo que conforman los 20 SMCA incluidos en este informe, el 20% de las que midieron ozono, el 38% de las que midieron  $PM_{10}$  y el 60% de las que midieron  $PM_{2.5}$  no fueron capaces de generar información que cumplieran con los criterios de suficiencia de datos que se establece en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

En general, persisten los problemas de calidad del aire por  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y ozono, en la mayoría de las ciudades evaluadas en este informe.

- De las ciudades que tuvieron capacidad de medición de ozono; 4% cumplieron la Norma correspondiente, 78% no lo hicieron y en el 17% no se pudo evaluar la misma.
- De las ciudades que tuvieron capacidad de medición de partículas suspendidas  $PM_{10}$ ; 5% cumplieron la Norma correspondiente, 43% no lo hicieron y en el 52% no se pudo evaluar la misma.
- De las ciudades que tuvieron capacidad de medición de partículas suspendidas  $PM_{2.5}$ ; 42% no cumplieron la norma correspondiente y en 58% no se pudo evaluar la misma.

El incumplimiento de las NOMs de ozono y partículas se registra en un número creciente de ciudades, incluyendo ciudades medias y pequeñas en términos de población.

A continuación se resumen las principales conclusiones, sobre la base de los resultados encontrados en cada uno de los SMCA incluidos en el presente documento.

**Baja California:** El SMCA de Baja California cuenta con un total de 13 estaciones de monitoreo. De todas ellas, en 2016 seis se encontraron fuera de operación por falta de recursos suficientes para su correcto mantenimiento. La falta de información impidió diagnosticar la calidad del aire en las ciudades de Tecate, Rosarito y Ensenada por segundo año consecutivo. Los resultados del diagnóstico realizado con la información disponible indican el incumplimiento de las normas de

PM<sub>10</sub> en Mexicali y de PM<sub>2.5</sub> en Tijuana, siendo particularmente preocupante la situación de Mexicali, donde el 84% de los muestreos de PM<sub>10</sub> realizados en el año reportaron concentraciones superiores al límite normado.

**Chihuahua:** La entidad se mantuvo en 2016 con 4 SMCA, uno administrado por el gobierno estatal ubicado en el municipio del mismo nombre y tres más administrados cada uno por los siguientes gobiernos municipales: Chihuahua, Ciudad Juárez y Ojinaga. El SMCA de Ojinaga, sin embargo, estuvo fuera de operación todo el año.

La información disponible revela el incumplimiento de las normas de PM<sub>10</sub> y ozono en la ciudad de Chihuahua, así como de la Norma de PM<sub>10</sub> en Ciudad Juárez. La Norma de PM<sub>10</sub> se incumple como consecuencia de que en todas las estaciones de monitoreo de ambas ciudades se rebasa al menos uno de los límites normados, siendo la condición más común que se excedan ambos límites (24 horas y anual). La condición de mala calidad del aire por este contaminante es especialmente llamativa en Ciudad Juárez tanto por la frecuencia con que se rebasa el límite normado (esto ocurrió en el 82% de los muestreos realizados a lo largo del año), como por los altos niveles de concentración que se registran en la mayoría de sus estaciones. Por ejemplo, la concentración más alta de PM<sub>10</sub>, como promedio de 24 horas, en esta ciudad fue de 412 µg/m<sup>3</sup> lo cual equivale a 5.5 veces el límite normado.

**Ciudad de México y su zona conurbada:** Los datos generados por este SMCA en el año 2016 muestran que los problemas de calidad del aire tanto por partículas como por ozono persisten en la región. En prácticamente todas las estaciones de monitoreo que generaron información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma se rebasó al menos uno de los dos límites normados de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y O<sub>3</sub>. Sólo en la estación Pedregal se cumplieron los dos límites normados de PM<sub>10</sub>. La norma que con mayor frecuencia se rebasó fue la de O<sub>3</sub> (58% de los días del año), seguida de PM<sub>10</sub> (38% de los días del año) y PM<sub>2.5</sub> (12% de los días del año). En 2016 el umbral de 0.154 ppm de ozono (equivalente a 150 puntos IMECA), como promedio horario, se rebasó en varias ocasiones lo que motivó, que después de más de una década, se activara nuevamente el Plan de Contingencias Ambientales Atmosféricas, lo cual ocurrió en 10 ocasiones.

**Coahuila:** La entidad contó, administrativamente, con dos SMCA. Uno a cargo del gobierno del estado (con estaciones de monitoreo en Torreón, Saltillo, Monclova y Piedras Negras) y otro a cargo del gobierno del municipio de Torreón (con cuatro estaciones de monitoreo en su territorio).

En 2016 la Norma de calidad del aire de  $PM_{10}$  se incumplió en Torreón y la de ozono en Saltillo. La Norma de  $PM_{2.5}$  no se pudo evaluar en ninguna ciudad de Coahuila debido a que no se generó información suficiente para ello. Por otra parte, las  $PM_{10}$  parecen ser también un problema de calidad del aire en ciudades como Monclova, Piedras Negras y Saltillo a pesar de que no se refleje en incumplimiento de Norma, pues en todas ellas se registraron varios días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

**Estado de México:** En la entidad se mantienen los problemas de calidad del aire tanto por partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), como por ozono. En todas las estaciones de monitoreo que operaron en 2016 en la ZMVT se rebasaron los límites de 24 horas y anual tanto de  $PM_{10}$  como de  $PM_{2.5}$ , en tanto que la Norma de ozono se incumplió en 5 de las 6 estaciones que midieron este contaminante. Las concentraciones más altas tanto de  $PM_{10}$  como de  $PM_{2.5}$  se registraron en las estaciones de monitoreo San Cristóbal y San Mateo, y en el caso de los promedios de 24 horas, dichas concentraciones fueron equivalentes a 4 veces el valor límite normado. También es oportuno destacar que en las estaciones San Cristóbal y San Mateo no sólo se alcanzaron las concentraciones más altas de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), sino que son además las estaciones en las que con mayor frecuencia se rebasa el límite normado de 24 horas. En ambos casos esto ocurrió en más del 40% de los días del año.

**Guanajuato:** En la entidad se presentaron problemas de incumplimiento de las normas de calidad del aire de  $PM_{10}$  y ozono en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao; así como de  $PM_{2.5}$  en Irapuato y Salamanca. Las concentraciones más altas de  $PM_{10}$ , se registraron en Salamanca, en tanto que las de  $PM_{2.5}$  y ozono en Irapuato.

El límite normado de 24 horas de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  se rebasó con mayor frecuencia en León, seguido de Celaya y Salamanca, en tanto que el límite normado de 1 hora de ozono se excedió con más frecuencia en Irapuato, seguido de Silao.

**Hidalgo:** En Pachuca, Atitalaquia, Tepeji del Río y Tizayuca se incumplieron las normas tanto de ozono como de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ . En Atotonilco y Tulancingo las Normas de  $PM_{2.5}$  y Ozono; en Tepetitlán y Tlaxcoapan la Norma de  $PM_{10}$ ; en Lolotla la de  $PM_{2.5}$ ; en Tepeapulco y Huichapan la de ozono y en Tula de Allende tanto la de  $PM_{10}$  y como la de ozono.



El indicador de número de días con calidad del aire buena, regular y mala, revela que los sitios donde se rebasa el límite normado de 24 horas de  $PM_{10}$  con mayor frecuencia son: Atitalaquia, Atotonilco y Tizayuca, en tanto que el límite de 24 horas de  $PM_{2.5}$  se supera con mayor frecuencia en Tizayuca, Atitalaquia y Tepeji del Río. Finalmente, el límite de 1 hora de ozono se supera más recurrentemente en Pachuca, Atotonilco, Tizayuca y Atitalaquia.

En general, los problemas más severos de calidad del aire en la entidad se presentan en Atitalaquia, Atotonilco y Tizayuca, no sólo porque se incumplen las normas de ozono y partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), sino también porque los límites normados se superan frecuentemente a lo largo del año.

**Jalisco:** En la entidad persisten los problemas de calidad del aire tanto por ozono como por partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ). La Norma de ozono se incumplió en Guadalajara, Zapopan, El Salto, Tonalá y Tlajomulco, donde se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas). Las concentraciones más altas de este contaminante se registraron en Guadalajara, en tanto que la ocurrencia de concentraciones superiores al límite normado de 1 hora fue más frecuente en Zapopan. Con respecto a las partículas  $PM_{10}$ , la escasa información disponible permite visualizar la existencia de problemas de calidad del aire por este contaminante en El Salto, Guadalajara, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque y Zapopan, a pesar de que ello sólo se reflejó en incumplimiento de norma en Tlajomulco debido a la escasa información generada por el resto de las estaciones de monitoreo que operan en cada municipio.

**Michoacán:** El análisis de la información generada por el SMCA de Morelia para el año 2016 revela problemas de incumplimiento de la norma de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y Ozono. Sin embargo, estas conclusiones derivan prácticamente del análisis de la información generada por una de las tres estaciones de monitoreo, por lo que resulta indispensable mejorar el desempeño de este SMCA a fin de contar con más información que permita un diagnóstico más robusto y confiable.

**Morelos:** Se mantuvieron los problemas de calidad del aire por ozono en los cuatro municipios que cuentan con equipos de medición de este contaminante (Cuernavaca, Cuautla, Ocuilco y Zacatepec), pues en ninguno de ellos se cumplió con la norma correspondiente. En el caso de las partículas, se identificaron problemas de calidad del aire tanto por  $PM_{10}$  como por  $PM_{2.5}$  en Cuernavaca y sólo por  $PM_{10}$  en Cuautla. En ambos casos se registró incumplimiento de Norma. En Zacatepec se presentaron varios días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de  $PM_{10}$ ; sin embargo, esto no se vio reflejado en el incumplimiento de la misma debido a la escasa

información disponible. En cualquier caso esta evidencia hace necesario continuar con los esfuerzos para mejorar el desempeño de este SMCA.

**Nayarit:** Se identificó el incumplimiento de las normas de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $O_3$  en la ciudad de Tepic. En las dos estaciones de monitoreo que operaron en la ciudad se encontró que al menos uno de los dos límites normados para cada contaminante fue rebasado. De acuerdo con el indicador sobre porcentaje de días del año con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad son las  $PM_{10}$  con el 19% de los días con datos válidos en esta condición.

**Nuevo León:** Los datos generados en el año 2016 por las estaciones de monitoreo que se ubican en el Área Metropolitana de Monterrey, revelan problemas de calidad del aire por  $PM_{10}$  y  $O_3$ . De hecho, en todas las estaciones de monitoreo distribuidas en Monterrey, Apodaca, Escobedo, García, Juárez, Guadalupe, San Nicolás, San Pedro y Santa Catarina se incumplió la Norma de  $PM_{10}$  y en todos ellos, salvo en Apodaca donde el equipo de medición de ozono estuvo fuera de operación, también se incumplió la Norma de este contaminante. Las concentraciones más elevadas de  $PM_{10}$ , como promedio de 24 horas se presentaron en San Pedro y Monterrey, en tanto que como promedio anual esto ocurrió en García y Monterrey. Por su parte, las concentraciones más altas de ozono, tanto como promedio de 1 hora como de 8 horas, se presentaron en Santa Catarina.

**Oaxaca:** Este SMCA reportó problemas de calidad del aire por ozono, ya que la Norma de este contaminante se incumplió como consecuencia de haber registrado concentraciones superiores al límite normado de 8 horas. En cuanto a las partículas la poca información disponible indica la posible existencia de problemas de calidad del aire también por este contaminante ya que se registraron 8 días con concentraciones superiores al límite normado de  $PM_{10}$  y 3 días con concentraciones superiores al límite normado de  $PM_{2.5}$ . Esto, sin embargo, no se reflejó en incumplimiento de Norma debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos que establece la norma para evaluar su cumplimiento.

**Puebla:** En todas las estaciones de este SMCA donde fue posible evaluar el cumplimiento de la Norma de ozono el resultado fue desfavorable, pues en todas se rebasó al menos uno de los dos límites normados para este contaminante. En lo que se refiere a las partículas, la norma tanto para  $PM_{10}$  como para  $PM_{2.5}$  se incumplió en todas las estaciones donde fue posible la evaluación de

cumplimiento en la ciudad de Puebla, incluso se llegaron a registrar concentraciones de  $PM_{10}$  que fueron equivalentes a poco más de 4 veces el valor normado. En Coronango también se incumplieron las normas de  $PM_{10}$  y ozono.

**Querétaro:** En general, durante el año 2016 este sistema de monitoreo de calidad del aire tuvo problemas operativos que se reflejaron en la generación de poca información, que para la mayoría de las estaciones y contaminantes incumplieron con el criterio de suficiencia de datos establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes para llevar a cabo la evaluación de su cumplimiento. A pesar de ello, la información disponible en las estaciones BOM (en Santiago de Querétaro), CAM (en Corregidora) y USJR (en San Juan del Río) permitió identificar problemas de calidad del aire por ozono. En los tres municipios referidos se rebasó al menos uno de los límites normados para este contaminante

**Veracruz:** La información disponible en 2016 en esta entidad permitió identificar problemas de calidad del aire por  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y Ozono en Minatitlán, así como por ozono en Xalapa y Poza Rica. Dichos problemas se reflejaron en el incumplimiento de las Normas de calidad correspondientes. Adicionalmente Xalapa y Poza Rica presentaron días con mala calidad del aire por partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en el caso de Xalapa y sólo  $PM_{2.5}$  en el caso de Poza Rica); sin embargo, esta situación no se manifestó en incumplimiento de Norma debido a que no se generó la información con la suficiencia establecida en la misma para llevar a cabo su evaluación de cumplimiento.

**Yucatán:** La información generada por la única estación de monitoreo que integra este SMCA y que se ubica en la ciudad de Mérida, revela que esta ciudad no presentó ningún problema de calidad del aire por  $O_3$ ; sin embargo, con respecto a  $PM_{2.5}$  si se observó el incumplimiento del límite anual, situación que llevó al incumplimiento de la Norma correspondiente. Esta condición de hecho se ha repetido durante los tres años más recientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

---

CONAPO, 2012. Proyecciones de población 2010-2050. Disponible en:

<https://www.gob.mx/conapo/acciones-y-programas/proyecciones-de-la-poblacion-2010-2050>

CONAPO, INEGI, SEDESOL 2012. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010. Disponible en:

[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Delimitacion\\_zonas\\_metropolitanas\\_2010\\_Capitulos\\_I\\_a\\_IV](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Delimitacion_zonas_metropolitanas_2010_Capitulos_I_a_IV)

CONAPO, SEDESOL, SEGOB. 2012. Catálogo del sistema urbano nacional 2012. Disponible en:

[http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Catalogo\\_Sistema\\_Urbano\\_Nacional\\_2012](http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Catalogo_Sistema_Urbano_Nacional_2012)

DOF (Diario Oficial de la Federación).2011. Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica.- Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición. Publicado el 2 de febrero de 2012. Disponible en:

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5232012&fecha=02/02/2012](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5232012&fecha=02/02/2012)

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Publicado el 16 de julio de 2012. Disponible en:

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5259464&fecha=16/07/2012](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5259464&fecha=16/07/2012)

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2014a. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014. Publicado el 20 de agosto de 2014. Disponible en:

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014)

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2014b. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014. Publicado el 19 de agosto de 2014. Disponible en:

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5356801&fecha=19/08/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5356801&fecha=19/08/2014)

INEGI, 2011. Censo de Población y Vivienda 2010.

SEMARNAT 2017. Inventario Nacional de Emisiones (INEM), 2013. Estimación preliminar.

## ANEXO 1

Sistemas de monitoreo de la calidad del aire, redes de muestreo/monitoreo y estaciones de muestreo/monitoreo existentes en México  
(Información actualizada al mes de diciembre de 2016)

Entidad	Nombre del SMCA	Nombre de la Red/Municipio*	Número de Estaciones**			Número total de estaciones	
			Automática (A)	Manual (M)	Mixta*** (A y M)	Red/entidad	SMCA
Aguascalientes	Aguascalientes	Aguascalientes	3	2	1	6	6
Baja California	Baja California	Ensenada	---	---	1	1	13
		Mexicali	1	2	3	6	
		Rosarito	---	---	1	1	
		Tecate	---	---	1	1	
		Tijuana	---	1	3	4	
Campeche	Campeche	Campeche	---	---	1	1	1
Chiapas	Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	1	1	---	2	2
Chihuahua	Chihuahua Estatal	Chihuahua Estatal	2	---	---	2	2
	Chihuahua municipal	Chihuahua	1	---	---	1	1
	Cd Juárez	Cd Juárez	---	8	3	11	11
	Ojinaga	Ojinaga	---	3	---	3	3
Ciudad de México y zona conurbada del Estado de México	Ciudad de México y zona conurbada	Ciudad de México y zona conurbada	25	2	9	36	36
Coahuila	Torreón Municipal	Torreón	1	3	---	4	8
	Coahuila estatal	Torreón	1	---	---	1	
		Saltillo	1	---	---	1	
		Monclova	1	---	---	1	
		Piedras Negras	1	---	---	1	
Colima	Colima	Colima	1	---	---	1	1
Durango	Durango	Durango	3	3	---	6	11
		Gómez Palacio	2	1	---	3	
		Lerdo	2	---	---	2	
Estado de México	Estado de México	Zona Metropolitana del Valle de Toluca	7	---	---	7	7
Guanajuato	Guanajuato	Celaya	3	---	---	3	27
		Irapuato	3	---	---	3	
		León	3	1	---	4	
		Salamanca	3	---	---	3	

Entidad	Nombre del SMCA	Nombre de la Red/Municipio*	Número de Estaciones**			Número total de estaciones	
			Automática (A)	Manual (M)	Mixta*** (A y M)	Red/entidad	SMCA
		Silao	1	---	---	1	
		San Miguel de Allende	---	1	---	1	
		Abasolo	1	---	---	1	
		San Luis de la Paz	1	---	---	1	
		Guanajuato	---	---	1	1	
		Villagrán	---	1	---	1	
		Dolores Hidalgo	---	1	---	1	
		Cortazar	---	1	---	1	
		Juventino Rosas	---	1	---	1	
		Acámbaro	---	1	---	1	
		Moroleón	---	1	---	1	
		San José Iturbide	---	1	---	1	
		San Fco. del Rincón	---	1	---	1	
		Purísima del Rincón	1	---	---	1	
<b>Guerrero</b>	<b>Guerrero</b>	Acapulco	1	---	---	1	1
<b>Hidalgo</b>	<b>Hidalgo</b>	Atitalaquia	---	---	1	1	16
		Atotonilco	---	---	1	1	
		Tepeapulco	1	---	---	1	
		Huichapan	1	---	---	1	
		Tepetitlán	---	1	---	1	
		Tepeji del Río	---	---	1	1	
		Tlaxcoapan	---	1	---	1	
		Tula de Allende	---	---	1	1	
		<b>Pachuca</b>	2	2	---	4	
		Tizayuca	---	---	1	1	
		Zapotlán de Juárez	---	1	---	1	
		Lolotla	---	1	---	1	
Tulancingo	1	---	---	1			
<b>Jalisco</b>	<b>Jalisco</b>	<b>Zona Metropolitana de Guadalajara</b>	10	---	---	10	10
<b>Michoacán</b>	<b>Michoacán</b>	<b>Morelia</b>	3	---	---	3	3
<b>Morelos</b>	<b>Morelos</b>	Cuatla	1	---	---	1	4
		Ocuituco	1	---	---	1	
		Cuernavaca	1	---	---	1	
		Zacatepec	1	---	---	1	
<b>Nayarit</b>	<b>Nayarit</b>	<b>Tepic</b>	2	---	---	2	2

Entidad	Nombre del SMCA	Nombre de la Red/Municipio*	Número de Estaciones**			Número total de estaciones	
			Automática (A)	Manual (M)	Mixta*** (A y M)	Red/entidad	SMCA
Nuevo León	Nuevo León	Zona Metropolitana de Monterrey	10	---	---	10	10
Oaxaca	Oaxaca	Oaxaca	2	---	---	2	2
Puebla	Puebla	Puebla	4	---	---	4	5
		Coronango	1			1	
Querétaro	Querétaro	Corregidora	1	---	---	1	8
		El Marqués	1	---	---	1	
		Santiago de Querétaro	5	---	---	5	
		San Juan del Río	1			1	
San Luis Potosí	San Luis Potosí	San Luis Potosí	3	---	---	3	3
Sinaloa	Sinaloa	Culiacán	1	1	---	2	8
		Mazatlán	1	1	---	2	
		Ahome	1	1	---	2	
		Guasave	---	1	---	1	
		Salvador Alvarado	---	1	---	1	
Sonora	Sonora	Agua Prieta	---	---	1	1	4
		Cajeme	---		1	1	
		Hermosillo	---	---	1	1	
		Nogales	---	---	1	1	
Tabasco	Tabasco	Centro	1	---	1	2	7
		Balancán	---	1	---	1	
		Huimanguillo	---	1	---	1	
		Centla	---	1	---	1	
		Comalcalco	---	1	---	1	
		Paraíso	---	1	---	1	
Tamaulipas	Tamaulipas	Nuevo Laredo	---	4	---	4	18
		Reynosa	---	4	---	4	
		Matamoros	---	4	---	4	
		Ciudad Victoria	---	2	---	2	
		El Mante	---	2	---	2	
		Ciudad Madero	---	1	---	1	
		Tampico	---	1	---	1	
Tlaxcala	Tlaxcala	Tlaxcala	---	---	1	1	3
		Calpulalpan	---	1	---	1	
		Santa Cruz Quilehtla	---	1	---	1	
Veracruz	Veracruz	Minatitlán	1	---	---	1	3

Entidad	Nombre del SMCA	Nombre de la Red/Municipio*	Número de Estaciones**			Número total de estaciones	
			Automática (A)	Manual (M)	Mixta*** (A y M)	Red/entidad	SMCA
		Xalapa	1	---	---	1	
		Poza Rica	1	---	---	1	
<b>Yucatán</b>	<b>Yucatán</b>	Mérida	1	---	---	1	1
<b>Zacatecas</b>	<b>Zacatecas</b>	Guadalupe	---	1	---	1	4
		<b>Zacatecas</b>	1	2	--	3	

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por los responsables de la gestión de cada SMCA referido en la tabla.

\*En esta columna se indica el nombre de la Red de monitoreo en negritas o el nombre del municipio en la que se ubican las estaciones de monitoreo referidas en las siguientes columnas. En este documento sólo se habla de Red de monitoreo cuando hay más de una estación de monitoreo en una región determinada, en este caso un municipio.

\*\* El número de estaciones indicado en esta tabla no toma en cuenta las estaciones en las que se miden contaminantes distintos a los contemplados por las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire emitidas por la Secretaría de Salud, tales como Benceno, Tolueno, Xileno o Partículas Suspendidas Totales.

\*\*\*En este documento se habla de una estación de monitoreo mixta cuando en ella se cuenta con equipo de medición tanto automático como manual.



## ANEXO 2

Límites de concentración recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y comparación con la normatividad vigente en México, Estados Unidos (USEPA), California (CARB-US) y Unión Europea (UE).

Contaminante	Tiempo para el promedio	México	NAAQS-USEPA	CARB-US	OMS	UE
<b>PM<sub>10</sub></b>	24 horas	75 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
	Anual	40 µg/m <sup>3</sup>	-----	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	24 horas	45 µg/m <sup>3</sup>	35 µg/m <sup>3</sup>	-----	25 µg/m <sup>3</sup>	
	Anual	12 µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	1 hora	0.095 ppm	-----	0.090 ppm	-----	
	8 horas	0.070 ppm	0.070 ppm	0.070 ppm	0.050 ppm	0.060 ppm
<b>Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	10 minutos	-----	-----	-----	0.191 ppm	-----
	1 hora	-----	0.075 ppm	0.250 ppm	-----	0.134 ppm
	3 horas	-----	0.500 ppm	-----	-----	-----
	8 horas	0.200 ppm	-----	-----	-----	-----
	24 horas	0.110 ppm	-----	0.040 ppm	0.008 ppm	0.048 ppm
	Anual	0.025 ppm	-----	-----	-----	-----
<b>Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	1 hora	0.210 ppm	0.100 ppm	0.180 ppm	0.106 ppm	0.106 ppm
	Anual	-----	0.053 ppm	0.030 ppm	0.021 ppm	0.021 ppm
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	1 hora	-----	35 ppm	20 ppm	-----	
	8 horas	11 ppm	9 ppm	9 ppm	9 ppm	9 ppm

Fuente: México: Calidad del aire <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/NormasPorTema/Calidad-de-aire.aspx>  
 NAAQS-USEPA. National Ambient Air Quality Standards. <http://www.epa.gov/air/criteria.html>  
 CARB-US. California Air Resources Board. <http://www.arb.ca.gov/research/aaqs/aaqs2.pdf>  
 UE. Unión Europea. <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>  
 OMS – Organización Mundial de la Salud – [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)